



Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für die Berggebiete
Groupement suisse pour les régions de montagne
Gruppo svizzero per le regioni di montagna
Gruppa svizra per las regiuns da muntogna

Zollikofen
Campus der **BFH-HAFL**
28. Januar 2025



Landschaftspflege zur Vermeidung von grossen Waldbränden

Der Klimawandel beeinflusst die Frequenz und Intensität von Waldbränden in der Schweiz.
Welche Rolle spielt dabei die Landschaftsnutzung?

La gestion du paysage pour prévenir les grands incendies de forêt

Le changement climatique influence la fréquence et l'intensité des incendies de forêt.
Quel rôle jouent l'entretien et l'utilisation du paysage dans ce contexte?

Patrik Krebs

Marco Conedera

Jeremy Feusi

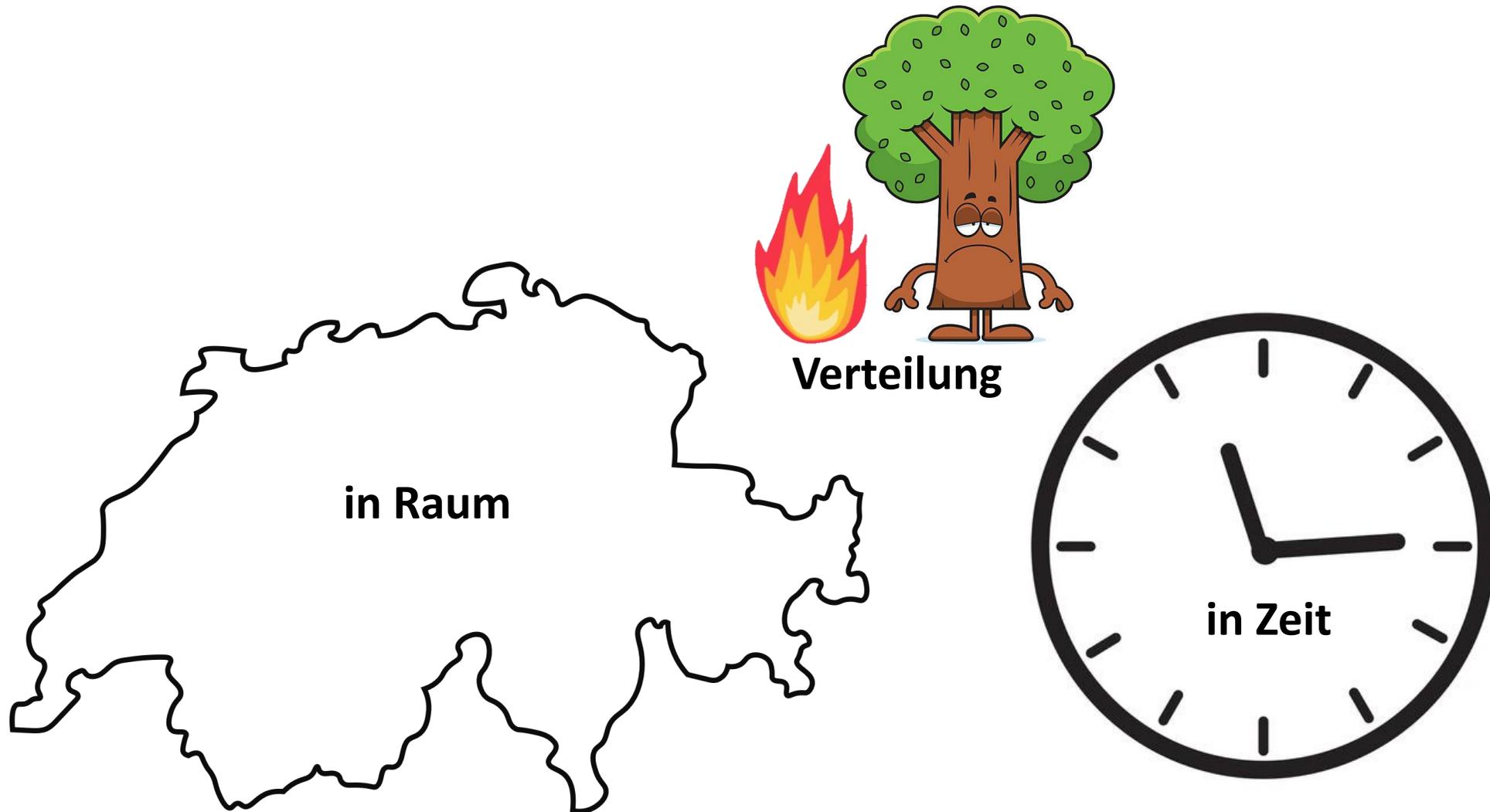
Boris Pezzatti



Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft **WSL**

Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage **WSL**

Geografische Verteilung und Saisonalität von Waldbränden in der Schweiz





France

Germany

Austria

Italy



Jura

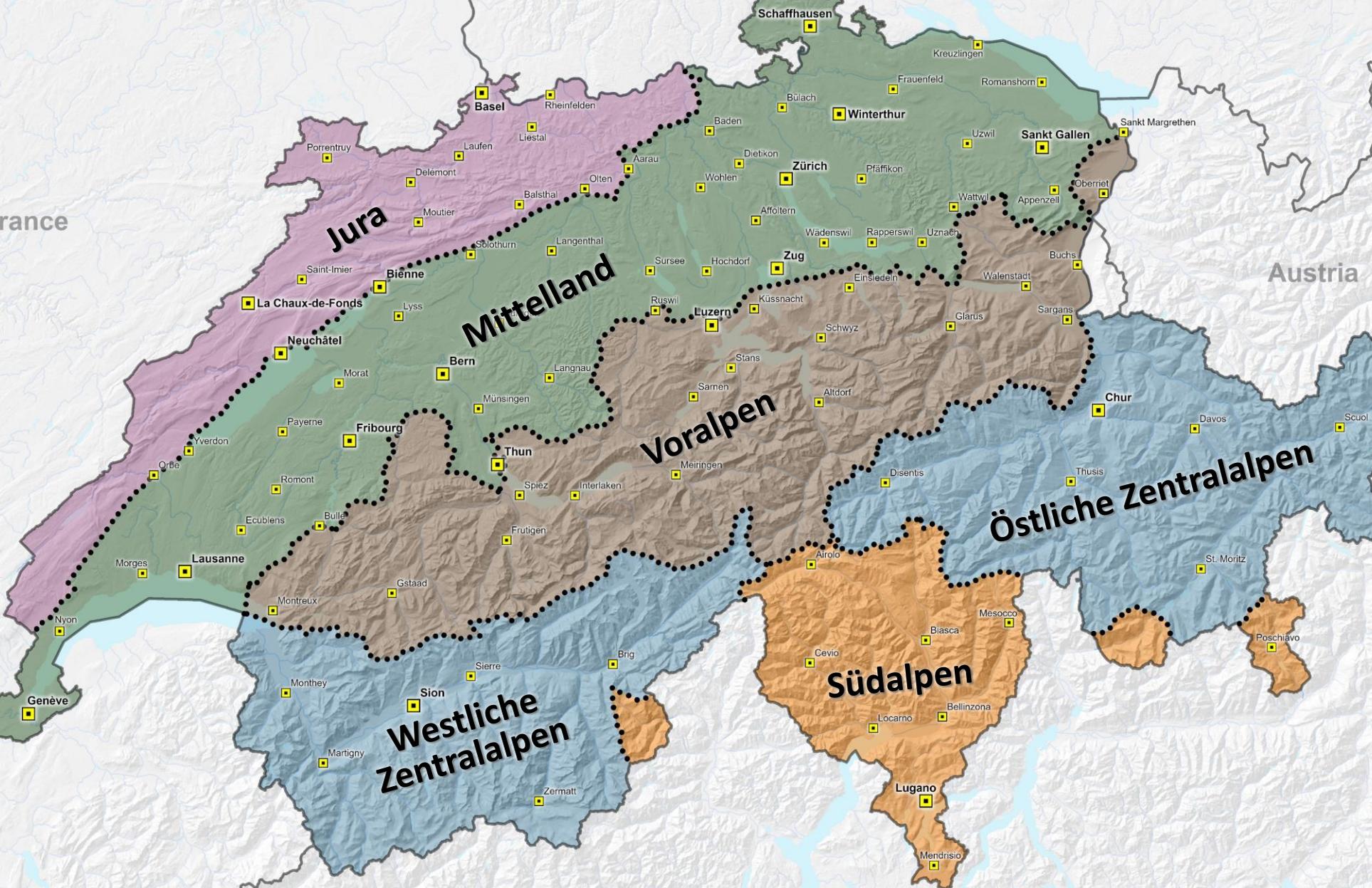
Mittelland

Voralpen

Östliche Zentralalpen

Westliche Zentralalpen

Südalpen



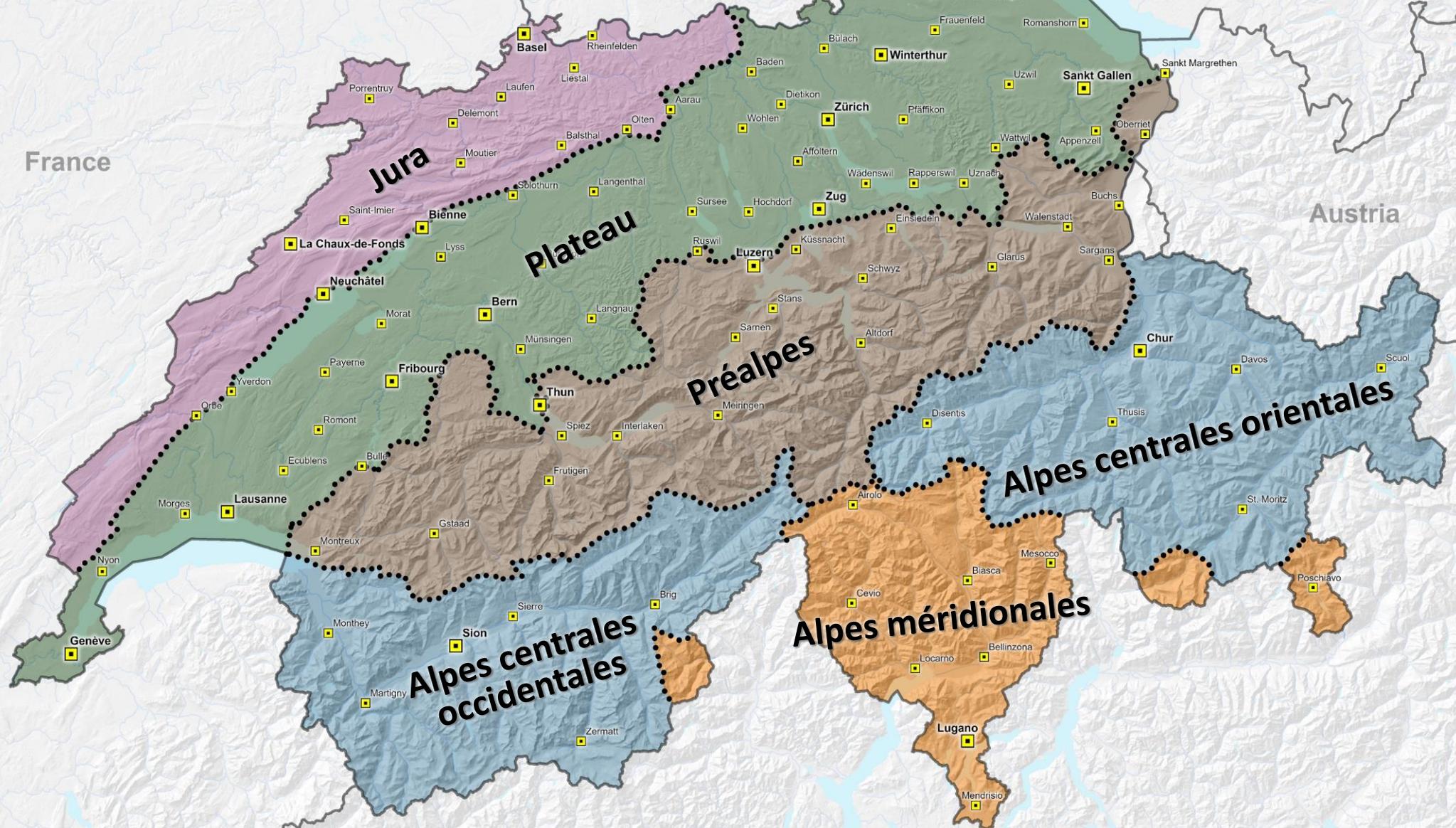


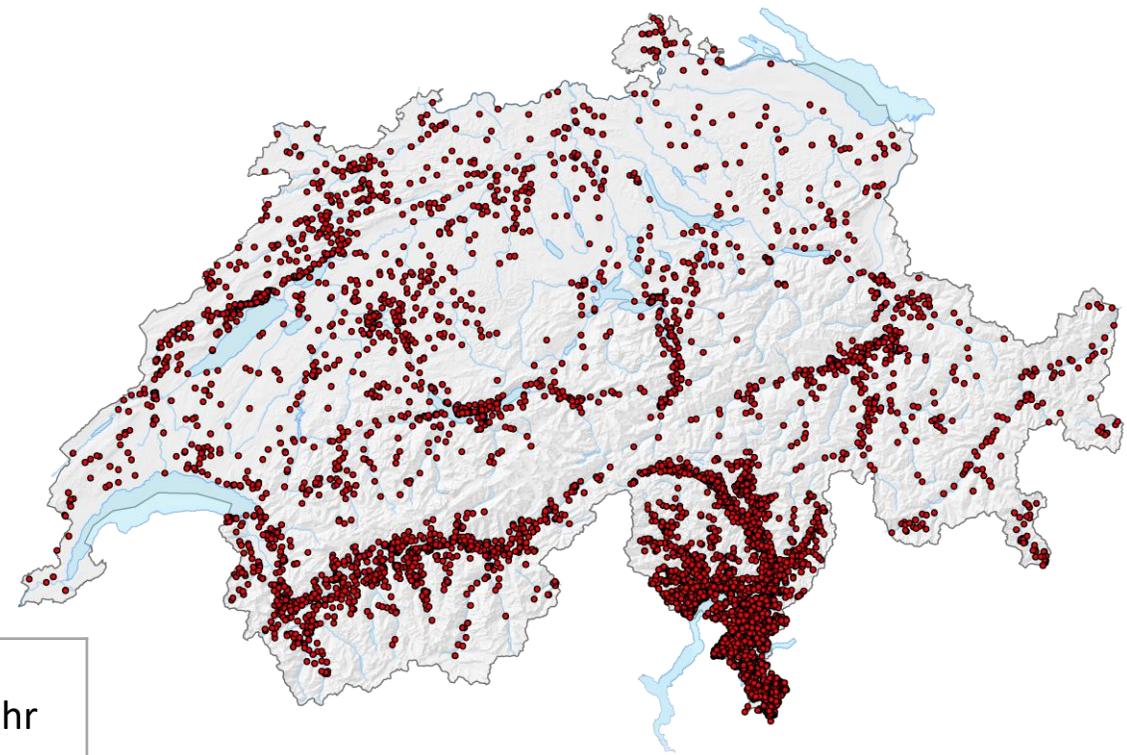
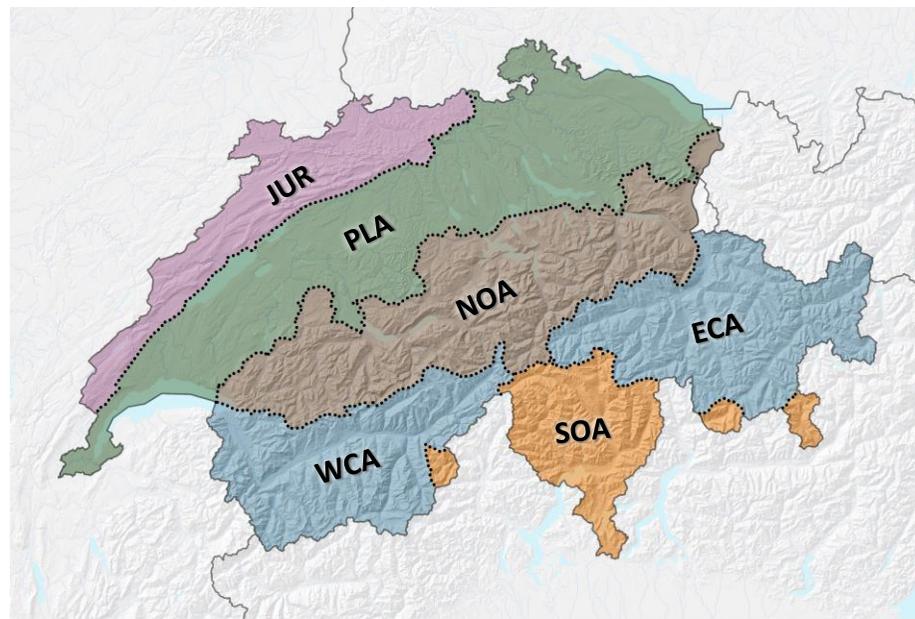
France

Germany

Austria

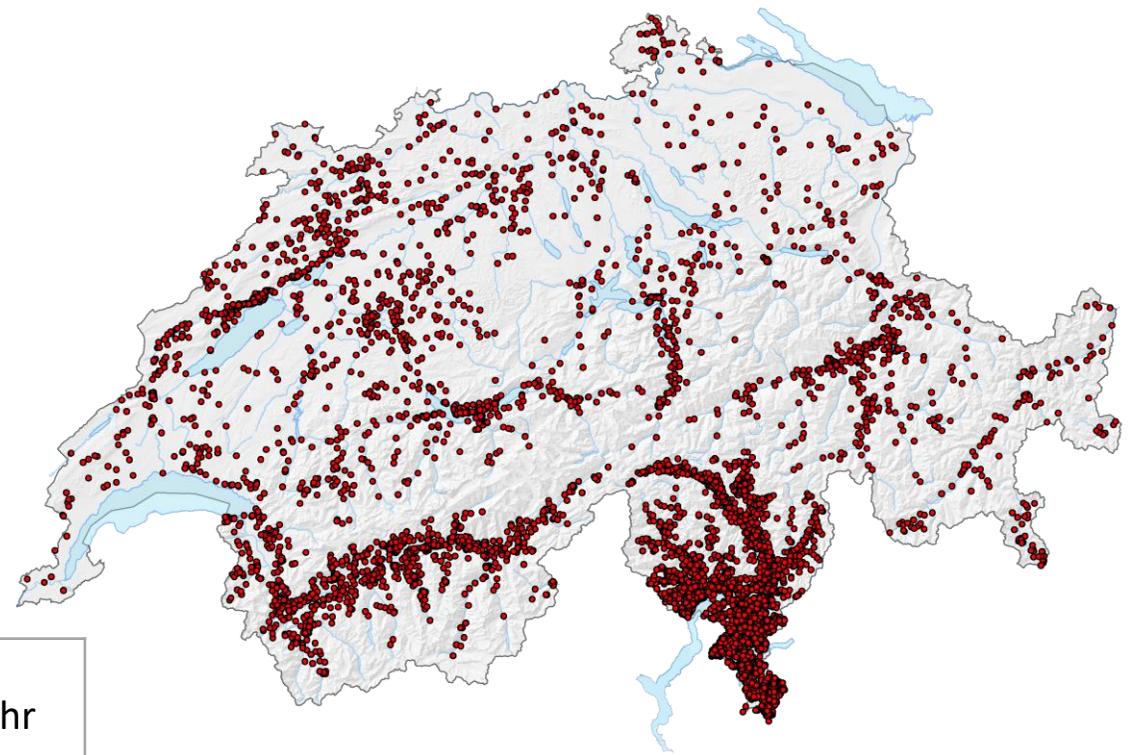
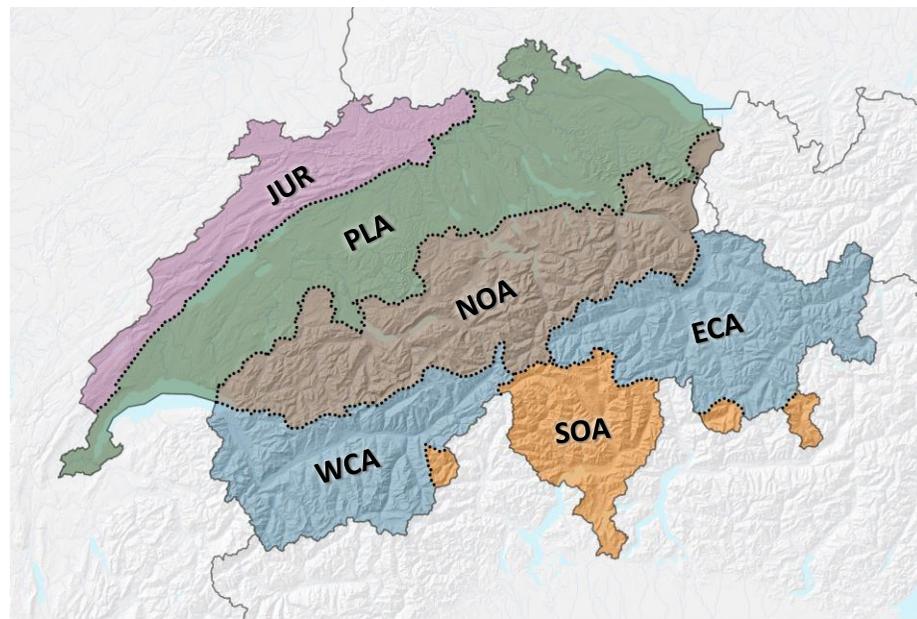
Italy





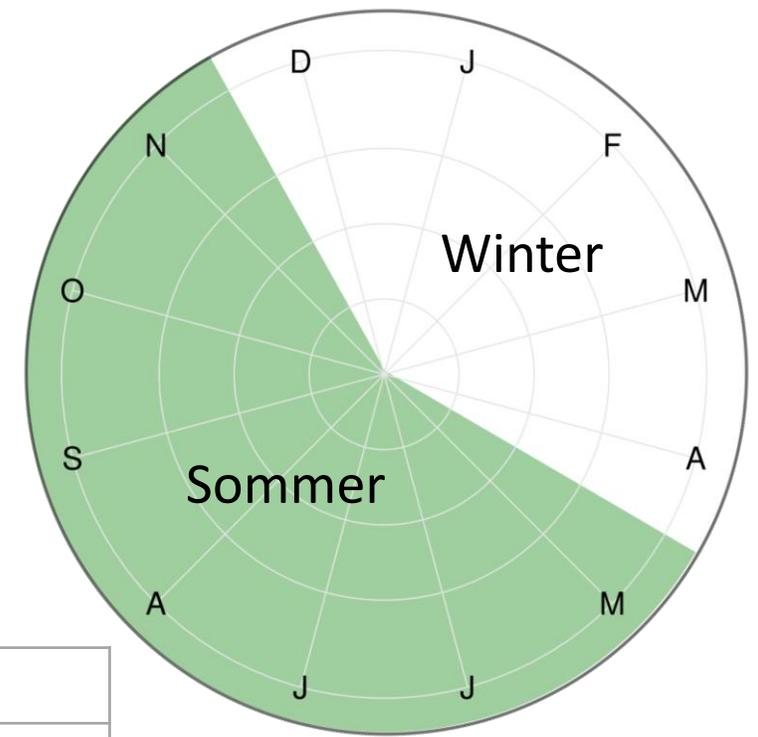
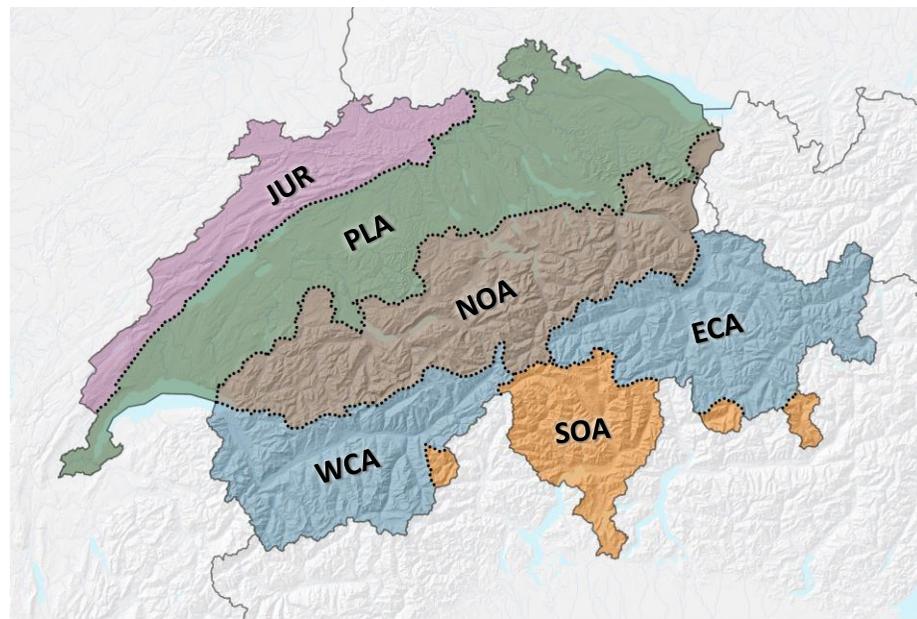
Swissfire Datenbank
11978 Brände (1737–2024)

Bioregionen		im Durchschnitt pro Jahr		
Name (Label)	km ²	Anzahl	Fläche	ha/Brand
Jura (JUR)	4'487	8.1	1.8	0.2
Mittelland (PLA)	12'137	14.7	2.0	0.1
Voralpen (NOA)	9'192	14.0	3.0	0.2
Östliche Zentralalpen (ECA)	6'202	12.1	4.0	0.3
Westliche Zentralalpen (WCA)	5'416	14.0	26.6	1.9
Südalpen (SOA)	3'857	56.1	233.5	4.2
Schweiz	41'291	119.0	270.9	2.3

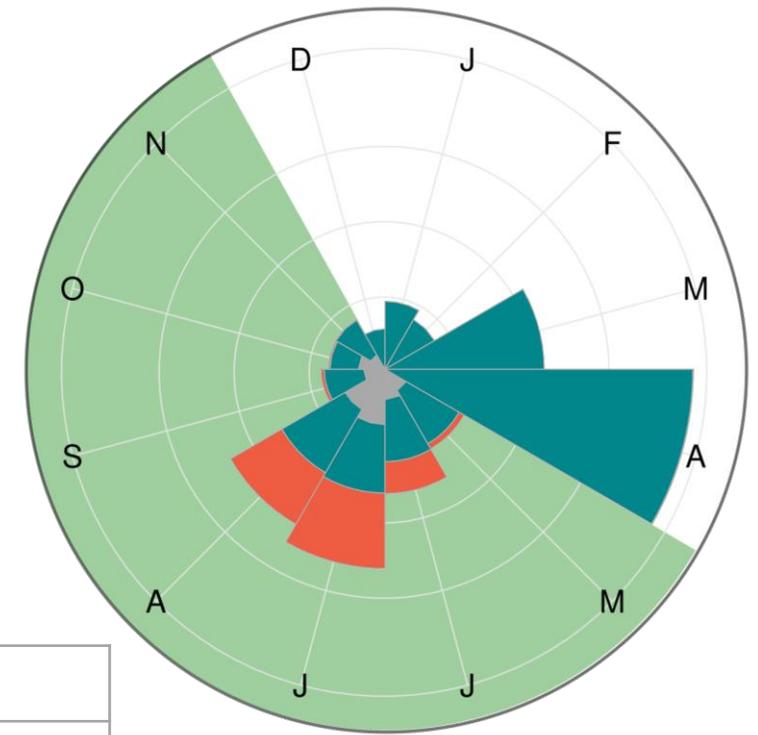
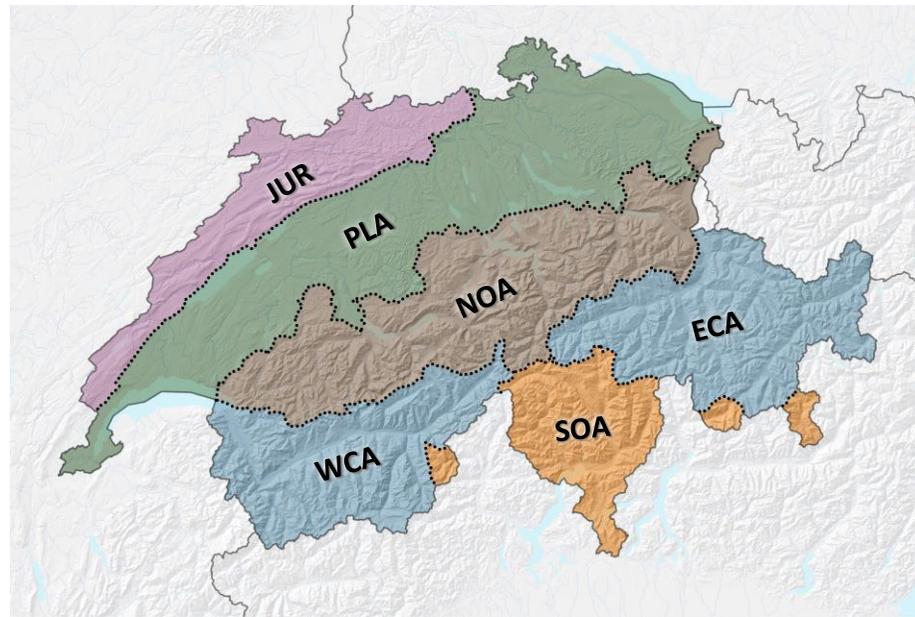


Swissfire Datenbank
11978 Brände (1737–2024)

Bioregionen		im Durchschnitt pro Jahr		
Name (Label)	km ²	Anzahl	Fläche	ha/Brand
Jura (JUR)	11%	7%	1%	0.2
Mittelland (PLA)	29%	12%	1%	0.1
Voralpen (NOA)	22%	12%	1%	0.2
Östliche Zentralalpen (ECA)	15%	10%	1%	0.3
Westliche Zentralalpen (WCA)	13%	12%	10%	1.9
Südalpen (SOA)	9%	47%	86%	4.2
Schweiz	100%	100%	100%	2.3



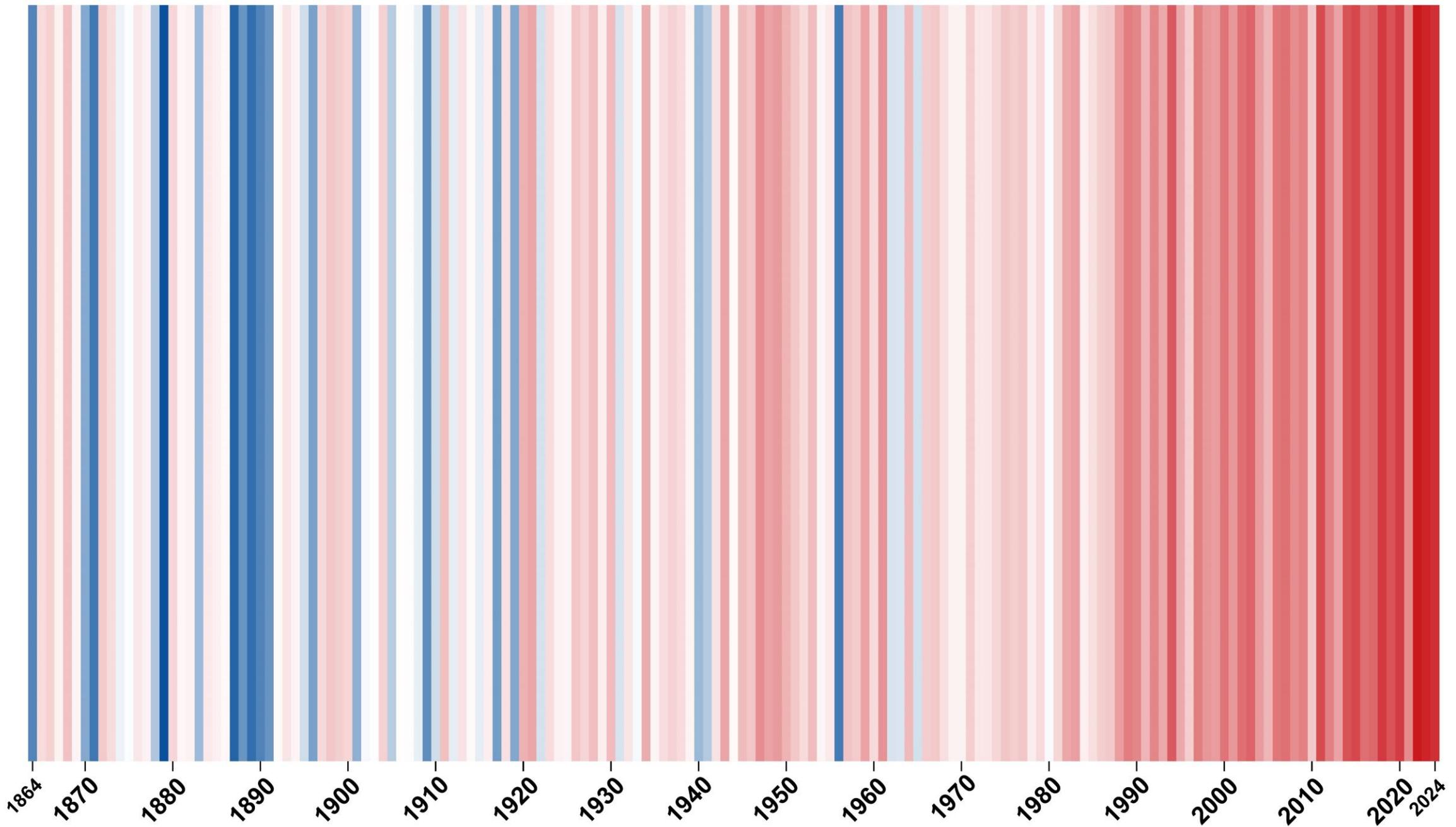
Bioregionen		Anzahl [in Prozentwerten]			
		Jahr	Winter	Sommer	
Name (Label)	km ²	insgesamt	Menschen	Menschen	Blitzschlag
Jura (JUR)	11%	6.8%	3.2%	3.5%	0.1%
Mittelland (PLA)	29%	12.3%	5.3%	6.9%	0.2%
Voralpen (NOA)	22%	11.8%	3.9%	6.7%	1.1%
Östliche Zentralalpen (ECA)	15%	10.2%	2.5%	5.9%	1.8%
Westliche Zentralalpen (WCA)	13%	11.7%	3.9%	6.2%	1.7%
Südalpen (SOA)	9%	47.2%	23.8%	17.5%	5.9%
Schweiz	100%	100.0%	42.6%	46.6%	10.7%



Bioregionen		Fläche [in Prozentwerten]			
		Jahr	Winter	Sommer	
Name (Label)	km ²	insgesamt	Menschen	Menschen	Blitzschlag
Jura (JUR)	11%	0.7%	0.4%	0.2%	0.0%
Mittelland (PLA)	29%	0.7%	0.4%	0.4%	0.0%
Voralpen (NOA)	22%	1.1%	0.6%	0.5%	0.1%
Östliche Zentralalpen (ECA)	15%	1.5%	0.9%	0.5%	0.0%
Westliche Zentralalpen (WCA)	13%	9.8%	4.9%	4.8%	0.1%
Südalpen (SOA)	9%	86.2%	70.9%	10.6%	4.8%
Schweiz	100%	100.0%	78.1%	17.0%	4.9%

- unbekannt
- anthropogen
- natürlich (Blitzschlag)

Mit dem Klimawandel werden sich diese Verteilungsmerkmale von Waldbränden (in Raum und Zeit) möglicherweise stark verändern

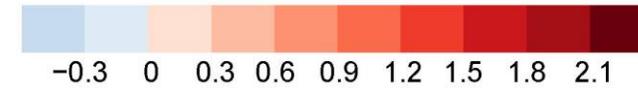


**Schweizer Temperatur seit 1864. Jedes Jahr hat eine andere Farbe.
In rot codierte Jahre sind wärmer, blaue kälter als der Durchschnitt der Jahre 1871-1900.**

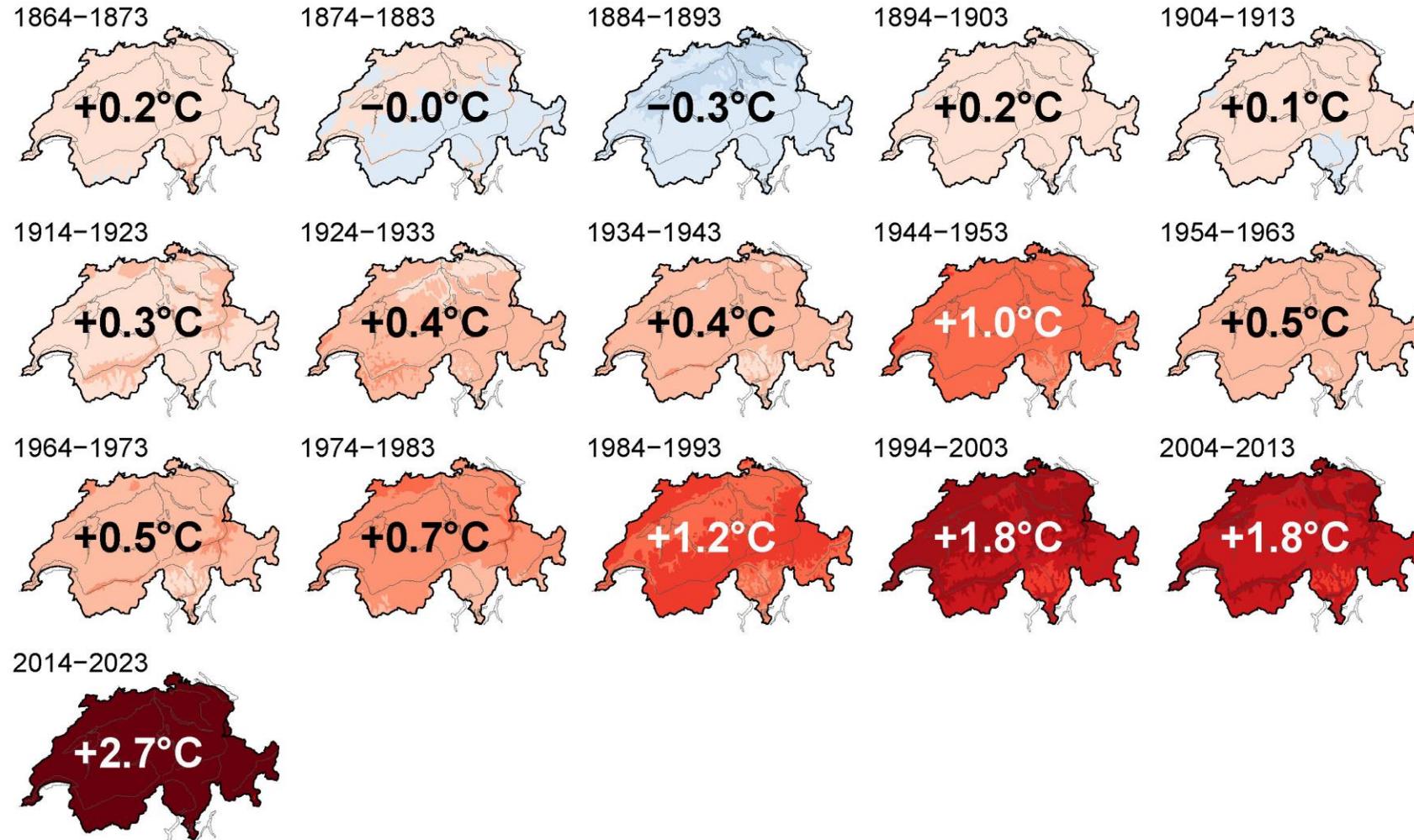
© MeteoSchweiz

Temperatur in der Schweiz Température en Suisse Temperatura in Svizzera Temperature in Switzerland

Abweichung / déviation / deviazione / deviation 1871 – 1900 [°C]

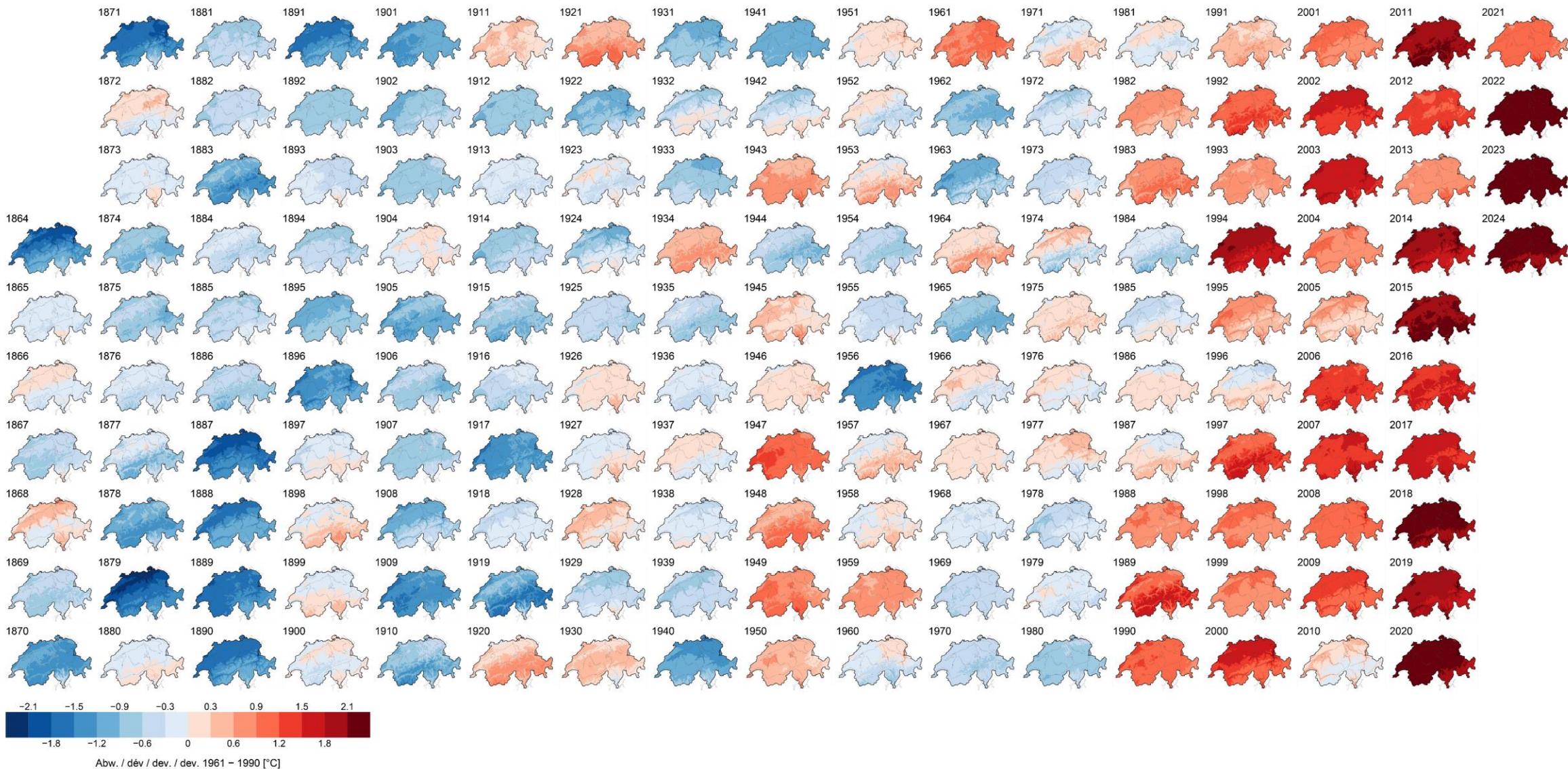


© MeteoSchweiz / © MétéoSuisse / © MeteoSvizzera / © MeteoSwiss

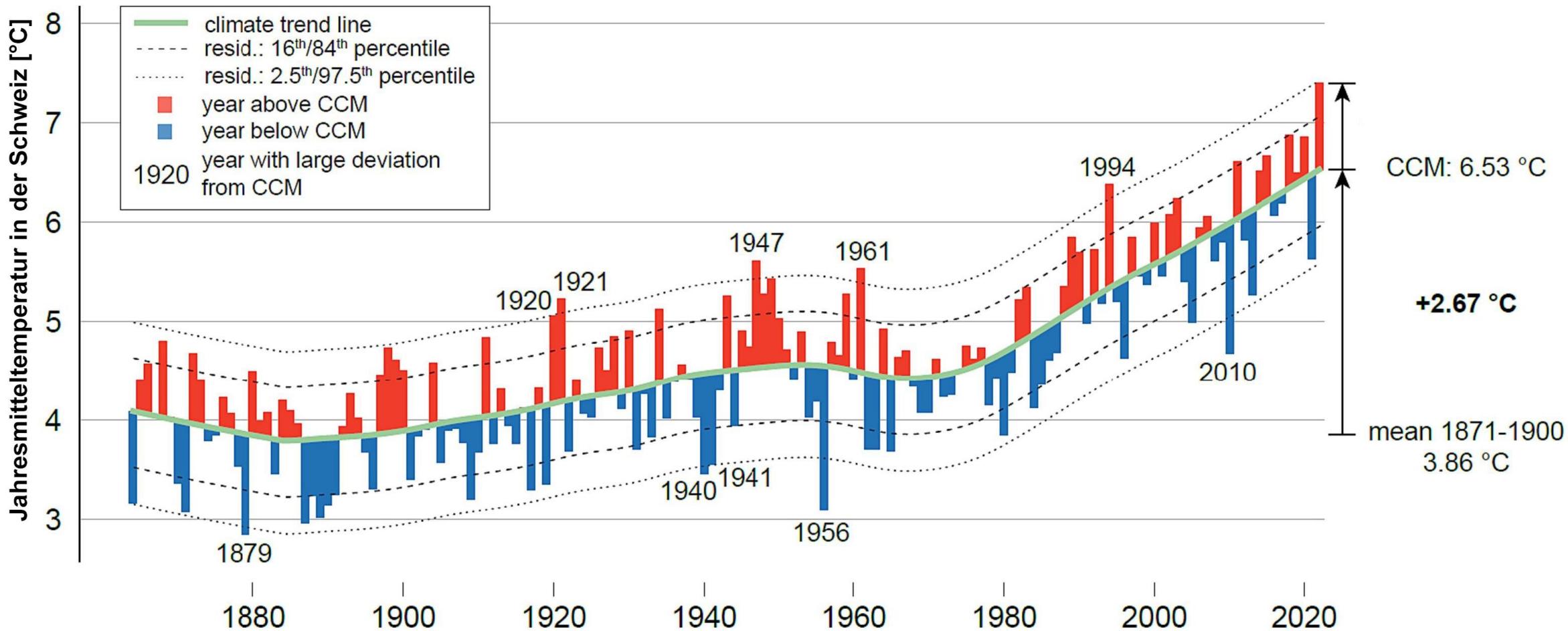


**Schweizer Temperatur seit 1864. Jedes Jahr hat eine andere Farbe.
In rot codierte Jahre sind wärmer, blaue kälter als der Durchschnitt der Jahre 1871-1900.**

© MeteoSchweiz



**Schweizer Temperatur seit 1864. Jedes Jahr hat eine andere Farbe.
In rot codierte Jahre sind wärmer, blaue kälter als der Durchschnitt der Jahre 1961-1990.**

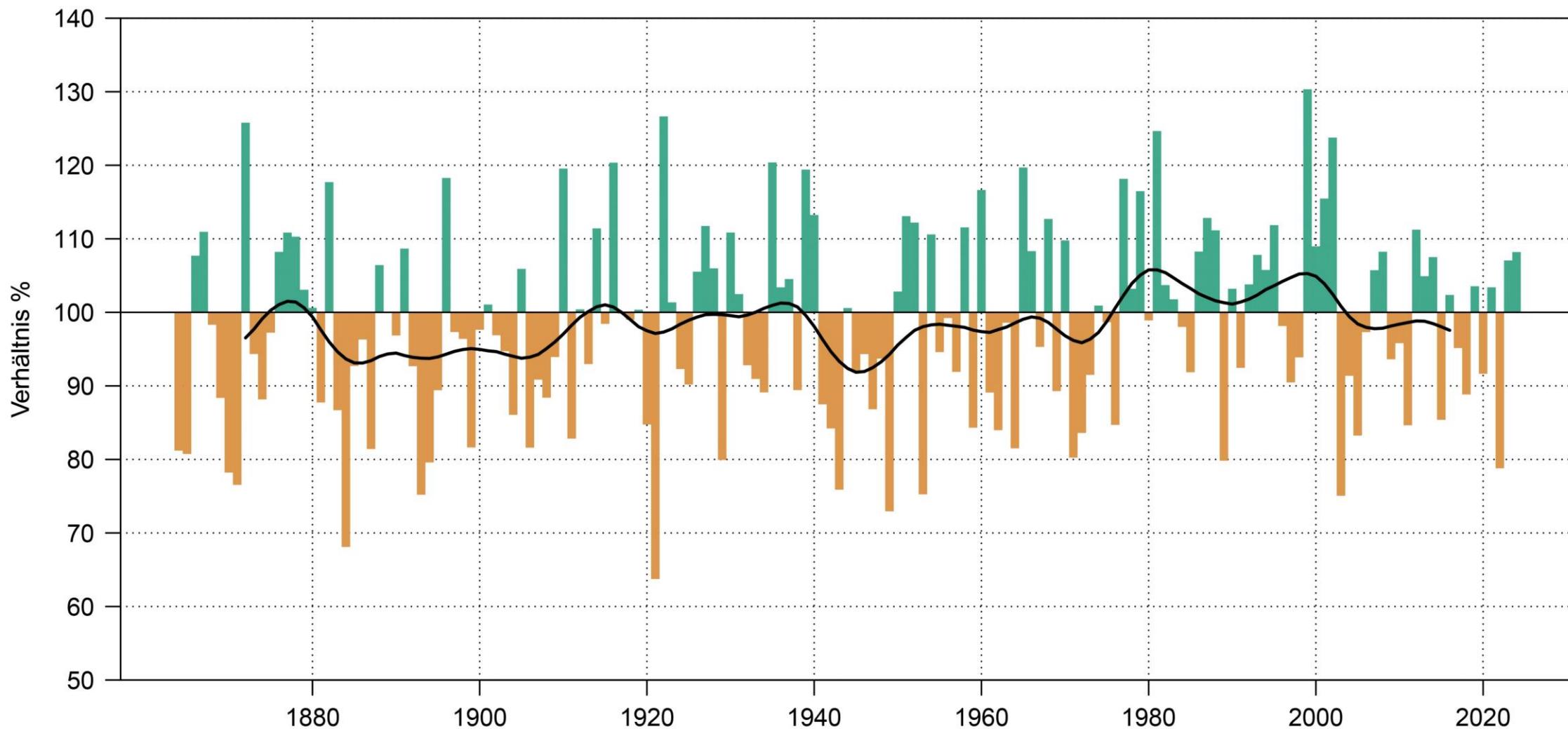


CCM = Current Climate Mean = Aktuelles Klima Mittelwert

Scherrer et al. 2024. Estimating trends and the current climate mean in a changing climate. *Climate Services*, 22, 100428

Jahres-Niederschlag – Schweiz – 1864–2024

Verhältnis zum Durchschnitt 1961–1990



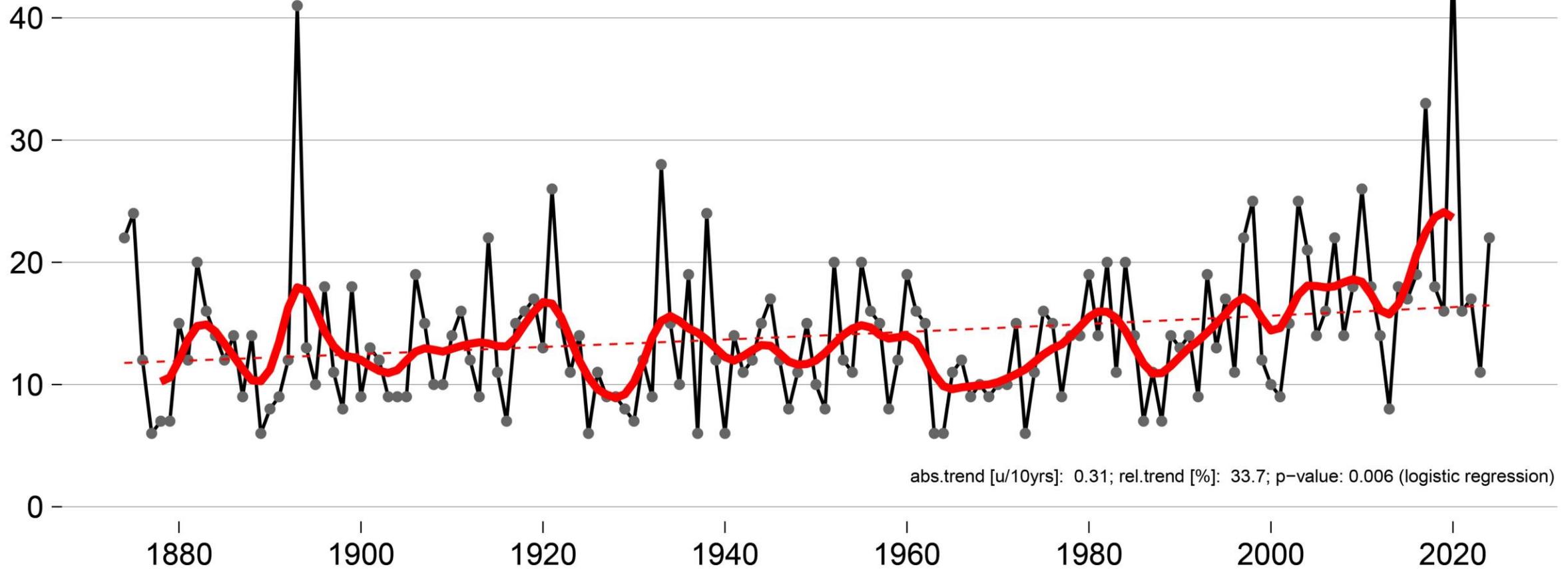
- Jahre über dem Durchschnitt 1961–1990
- Jahre unter dem Durchschnitt 1961–1990
- 20-jähriges gewichtetes Mittel (Gauss Tiefpassfilter)

Ort: Lausanne

Zeitraum: Frühling (MAM) 1874-2024

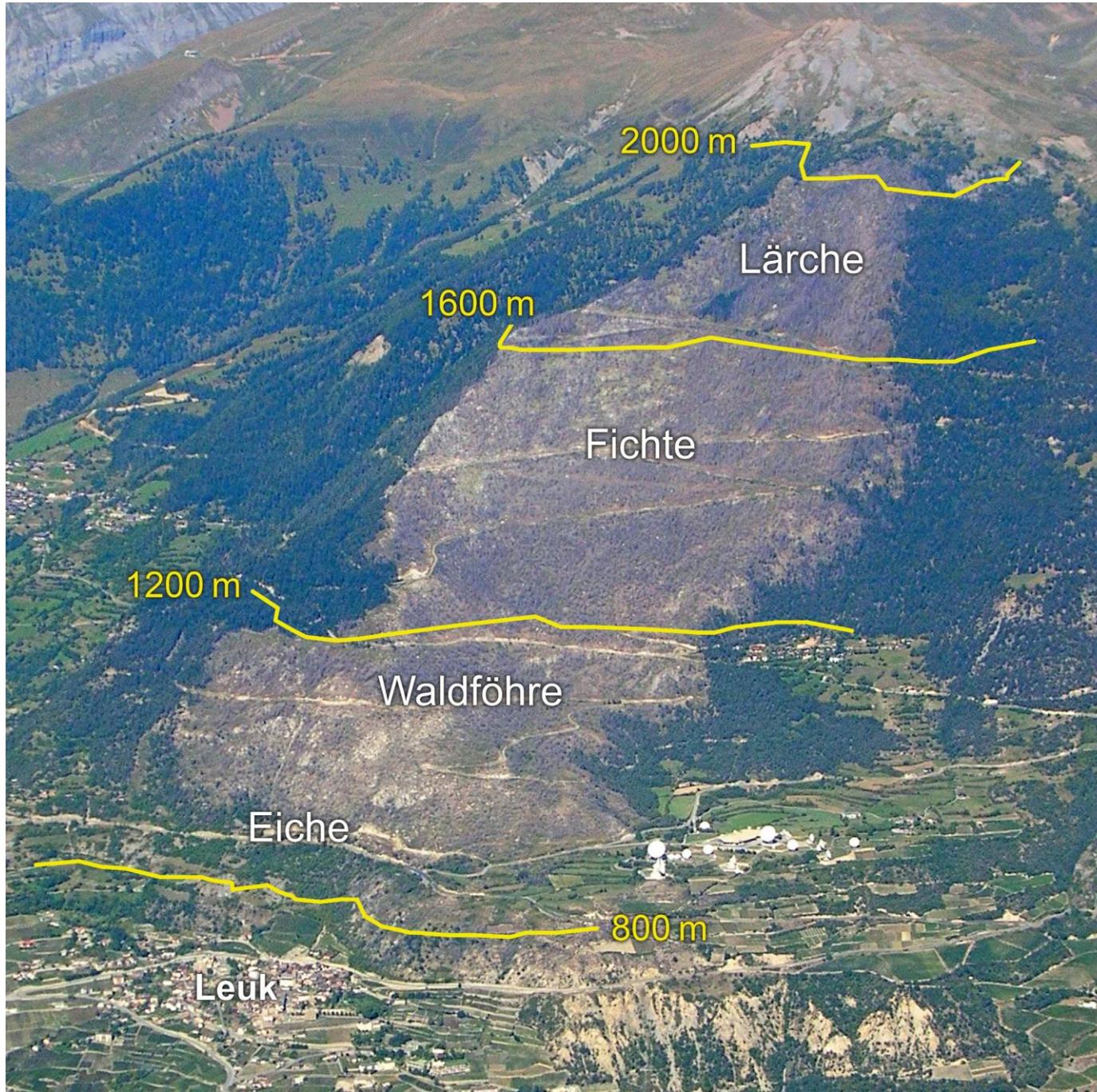
Maximale Anzahl zusammenhängender Trockentage [R < 1 mm] (Tage)

Nombre maximal de jours secs consécutives [P < 1 mm] (jours)



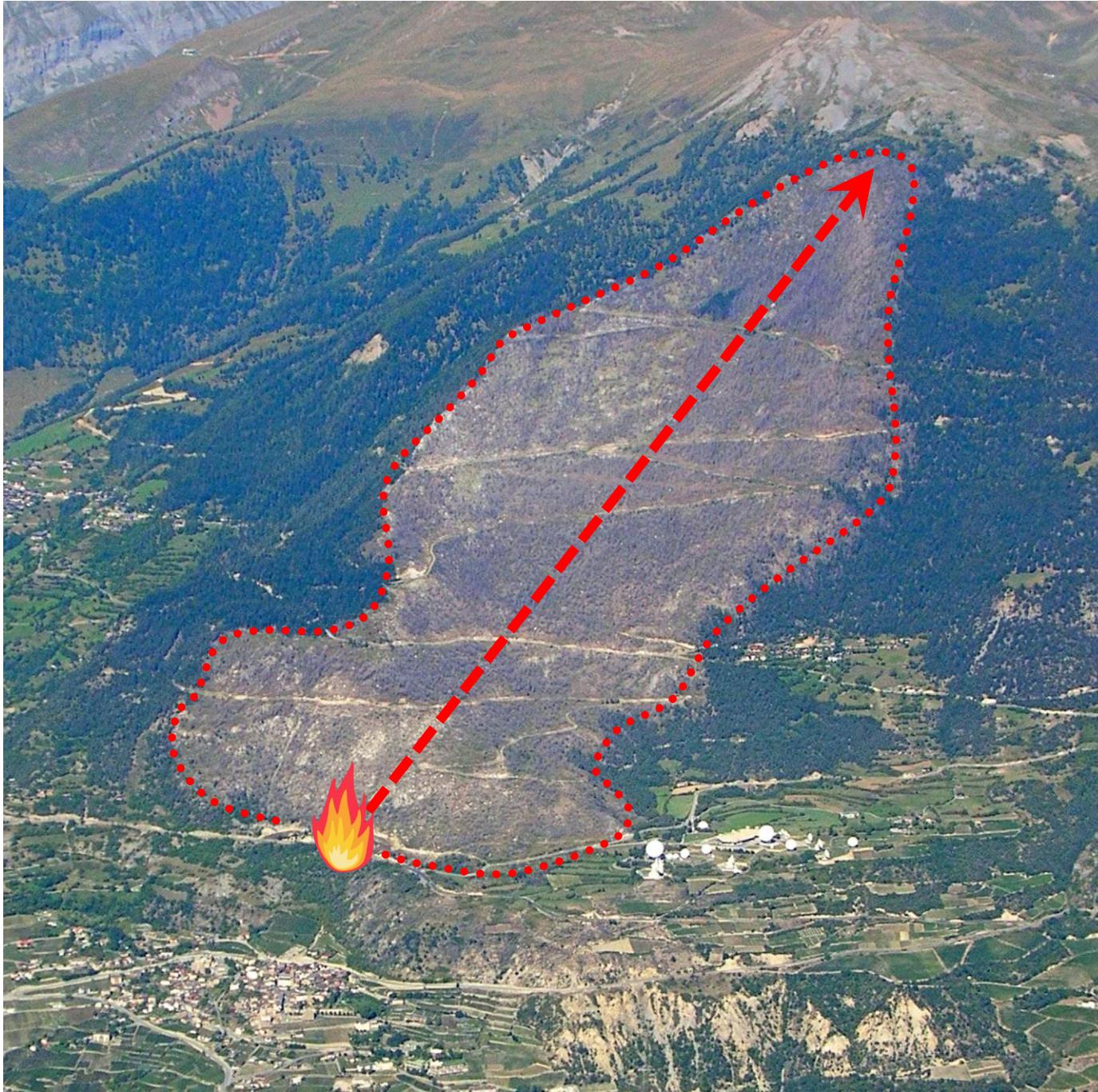
abs.trend [u/10yrs]: 0.31; rel.trend [%]: 33.7; p-value: 0.006 (logistic regression)

Wie groß kann ein Waldrand werden?



Leuk (Wallis)
13 August 2003
310 Hektar

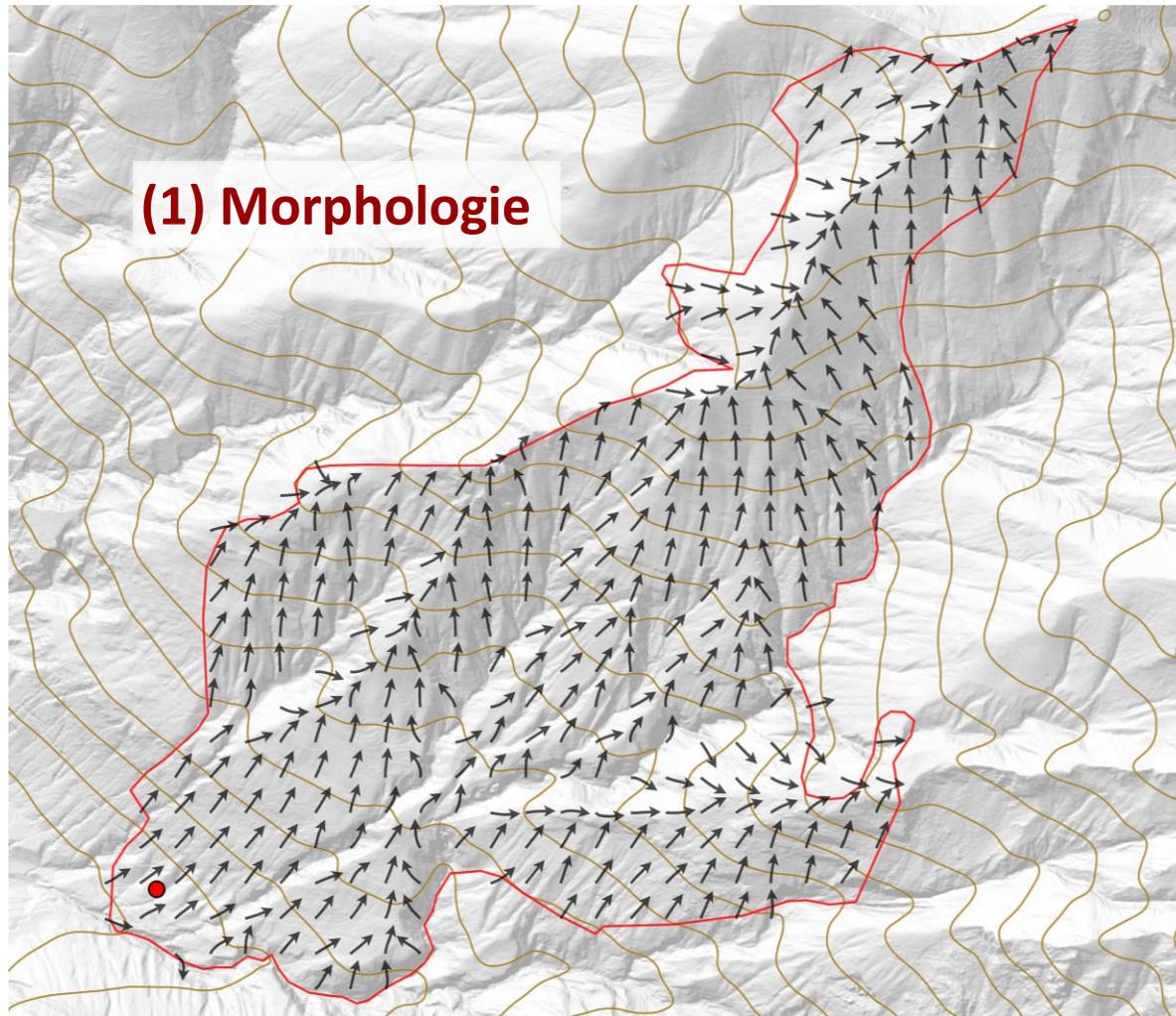
Wie groß kann ein Waldrand werden?



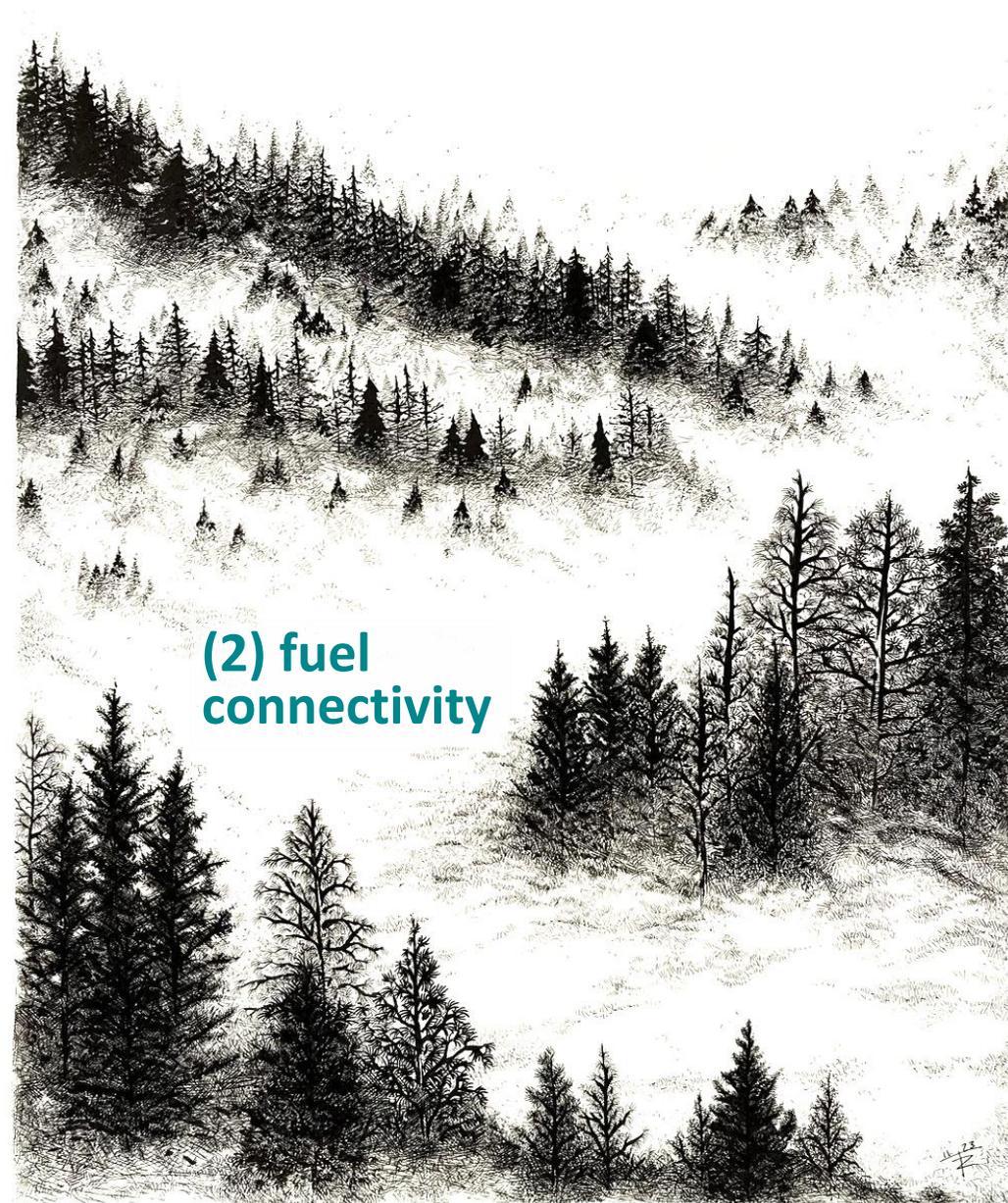
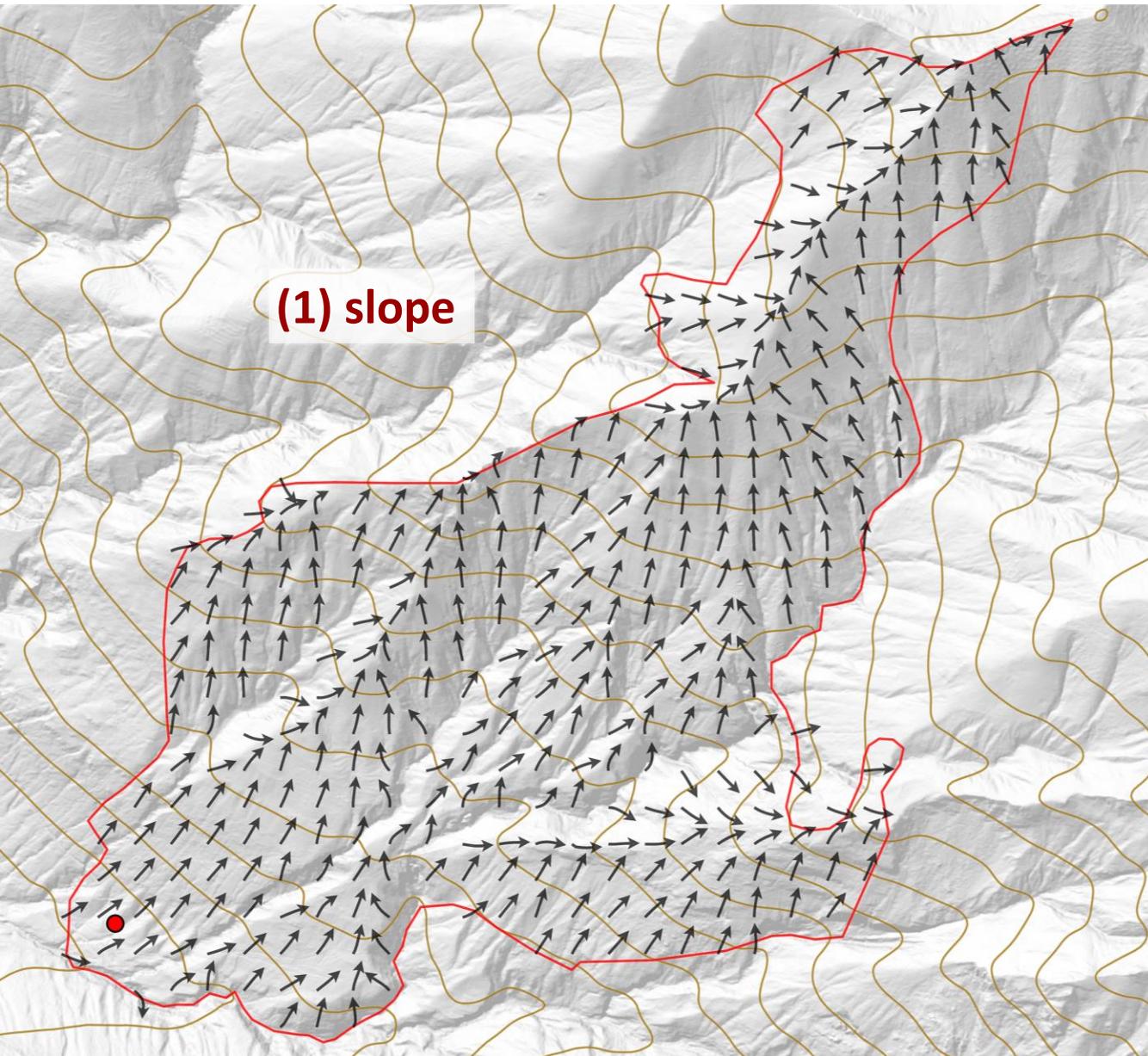
Leuk (Wallis)
13 August 2003
310 Hektar

Neben dem Klima gibt es aber noch weitere Faktoren,
die die Größe von Waldbränden stark beeinflussen

Die **Geländemorphologie (1)** und die **Kontinuität der Waldbedeckung (2)**
entlang des Berghangs sind oft die zwei wichtigsten Faktoren



Das Feuer breitet sich **nach oben** aus, bis es genügend **Brennstoff** findet



Das Feuer breitet sich nach oben aus, bis es genügend Brennstoff findet



Das Feuer breitet sich nach oben aus, bis es genügend Brennstoff findet



Beispiel 1: Brand in Leuk (Wallis), August 2003, 310 Hektar

Biogeographic region: Western Central Alps

Pyroregion: WCA1

Municipality: Leuk

Start date: 13/08/2003 **time:** 19:50

Duration: 24 days

Starting point coordinates:

X=7.63956°, Y=46.32067°, Z=893.3 m s.l.m.

Elevation gradient: 1411 (773-2134 m s.l.m.)

Mean slope: 26.7°

General aspect: South-West

Verbrannte Fläche:

Wald	300.0 ha
Weide	10.0 ha
unproduktive	0.0 ha
total	310.0 ha

Ursache: Brandstiftung

Hauptsächlich betroffene Waldtypen:

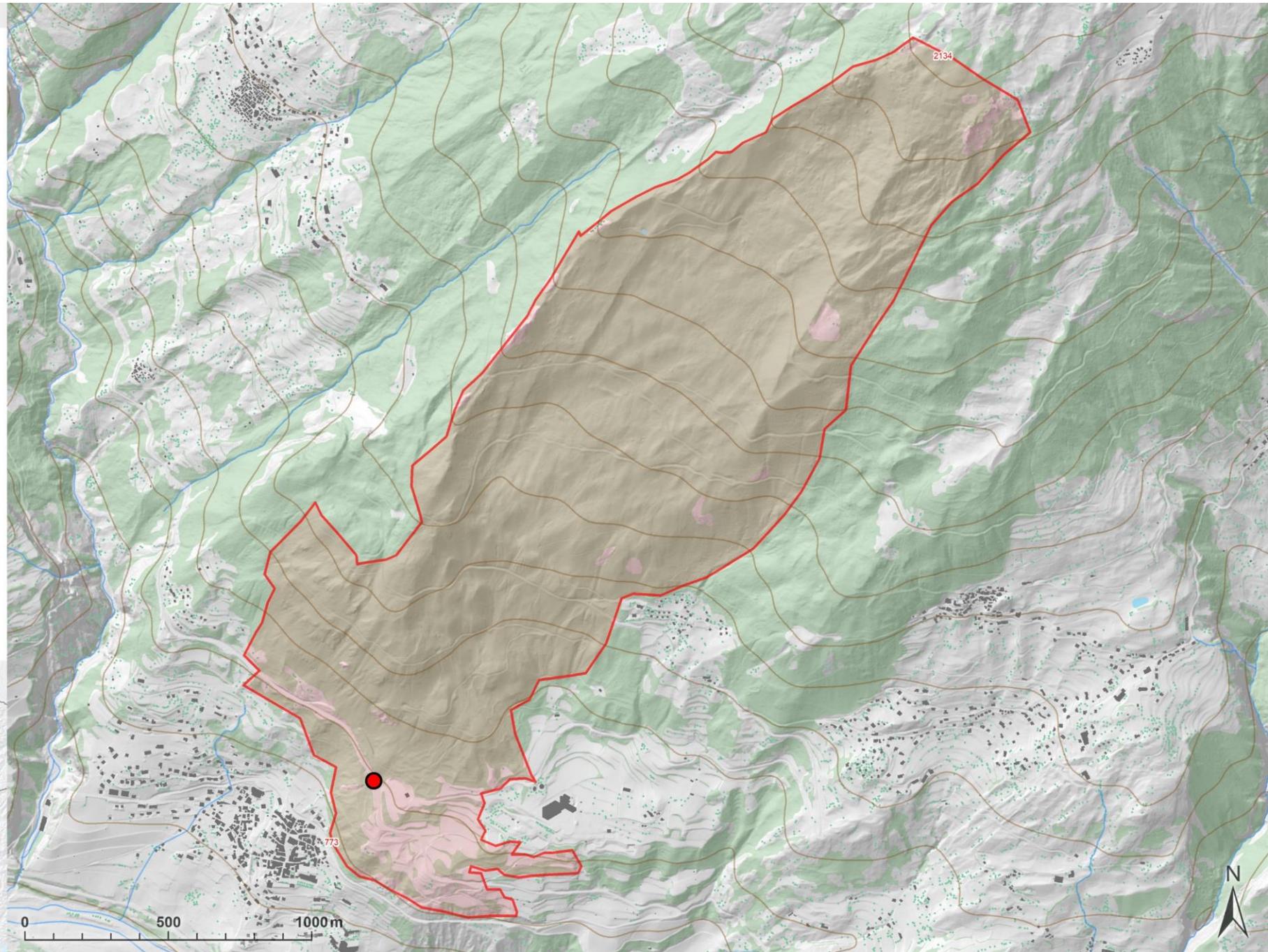
Laubwälder im unteren Teil, Nadelwälder im oberen Teil.

Meteorologische Bedingungen:

Extrem heiÙe Sommertrockenheit, starker Wind, keine Schneedecke.

Kurze Beschreibung des Brandverhaltens:

Sich sehr schnell ausbreitende Hangbrände, die sich zu Boden- und Kronenbränden entwickelten, sobald sie die Nadelwälder erreichten.



Beispiel 2: Brand in Ronco sopra Ascona (Tessin), April 2007, 175 Hektar

Biogeographic region: Southern Alps

Pyroregion: SOA2

Municipality: Ronco sopra Ascona

Start date: 23/04/2007 **time:** 11:45

Duration: 4 days

Starting point coordinates:

X=8.71472°, Y=46.13730°, Z=525.7 m s.l.m.

Elevation gradient: 1021 (532-1380 m s.l.m.)

Mean slope: 33.6°

General aspect: South-East

Verbrannte Fläche:

Wald	150.0 ha
Weide	25.0 ha
unproduktive	0.0 ha
total	175.0 ha

Ursache: Brandstiftung

Hauptsächlich betroffene Waldtypen:

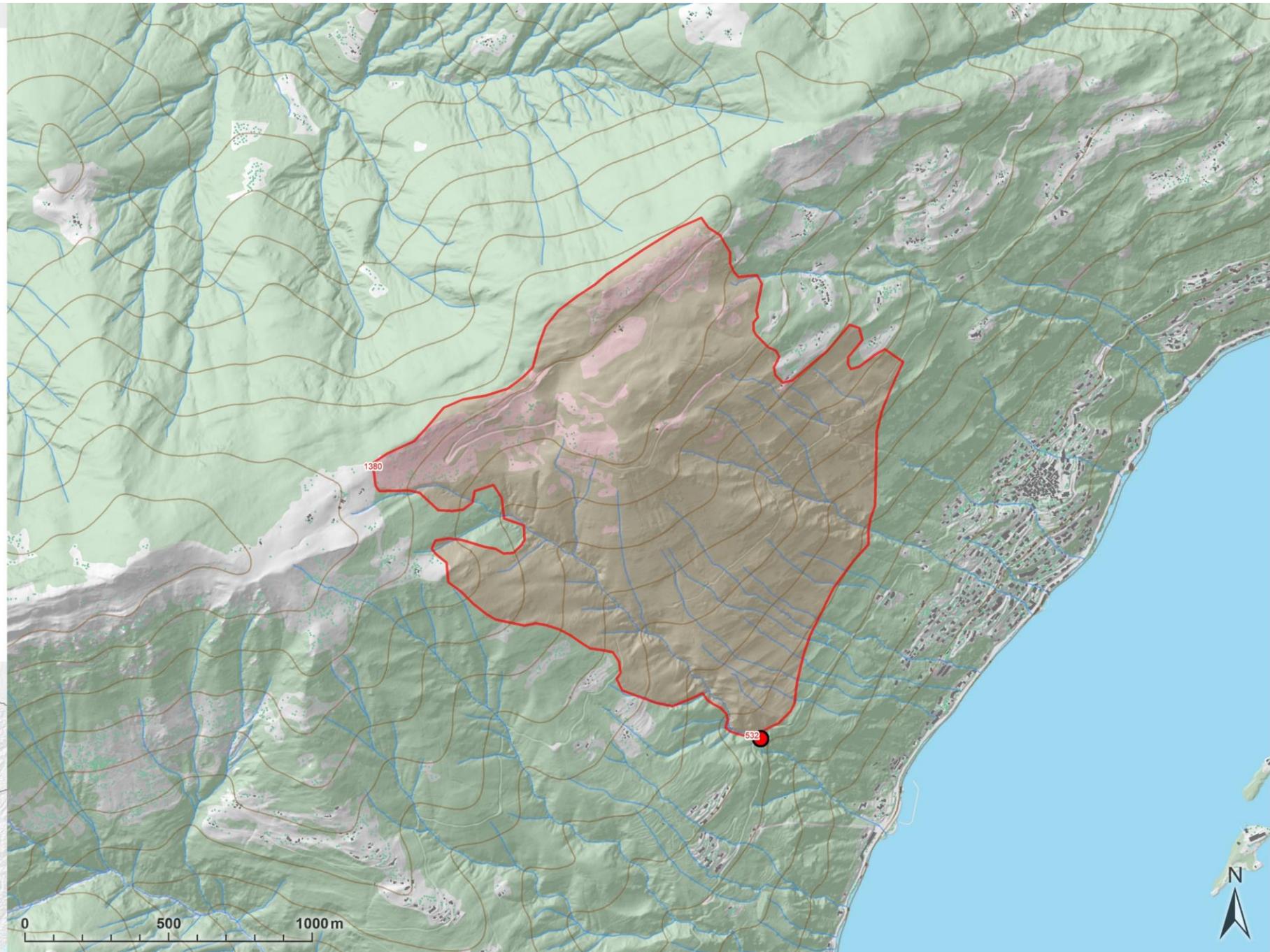
Laubwälder im unteren Teil, Nadelwälder aus Anpflanzungen im oberen Teil.

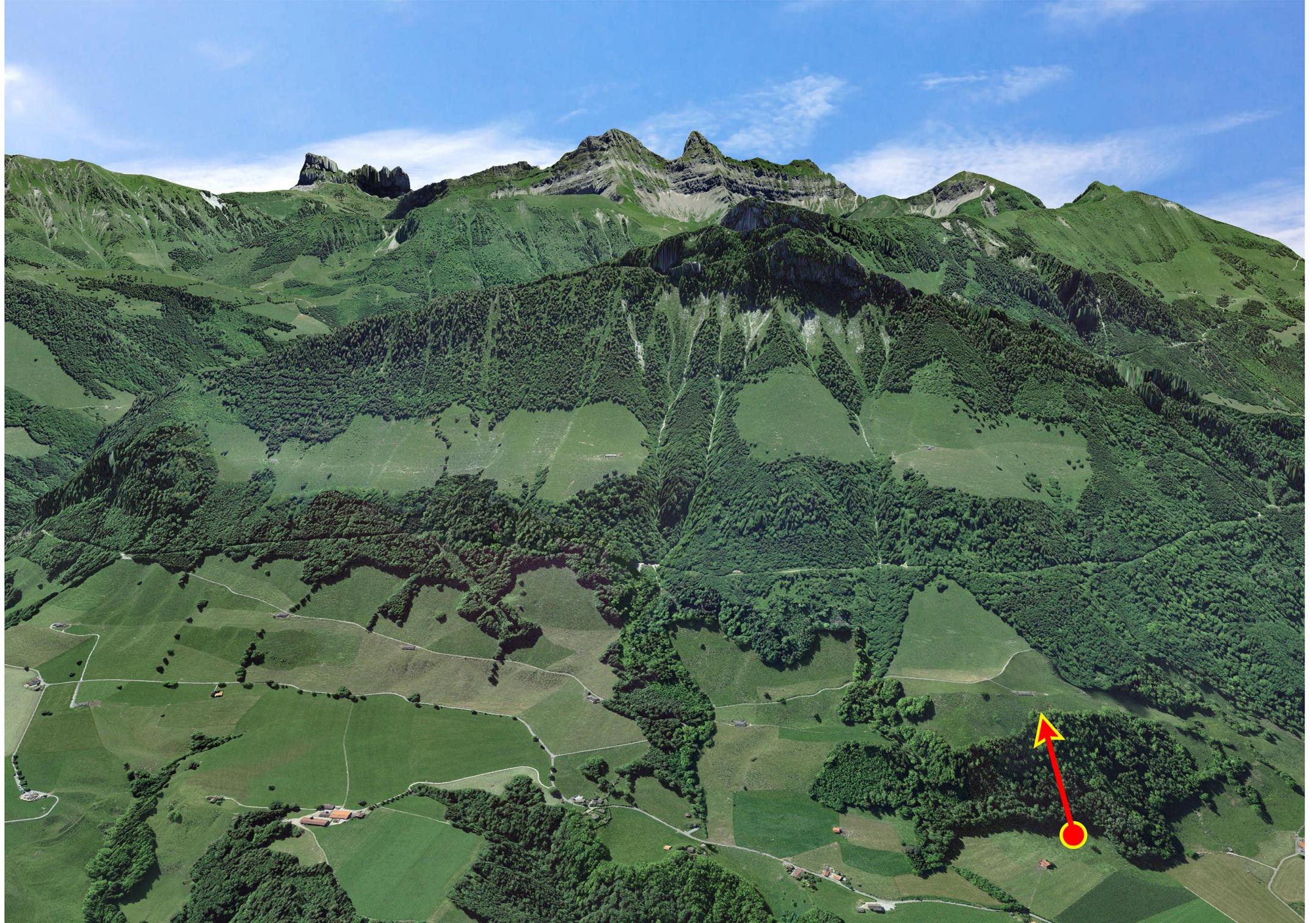
Meteorologische Bedingungen:

Extreme Trockenheit, starker Wind (Föhn), keine Schneedecke.

Kurze Beschreibung des Brandverhaltens:

Hangaufwärts gerichtete und sich schnell ausbreitende Brände, die sich zu Boden- und Kronenbränden entwickelten, sobald sie die Nadelwälder erreichten.





Um die Wichtigkeit dieser beiden Faktoren für die Entwicklung von Waldbränden zu studieren, haben wir ein Tool entwickelt, das die steilsten Wege im Wald berechnet



www.github.com/Insubric/steepest_paths_tool

main 1 Branch 1 Tag Go to file Code

patrikkrebs	Update README.md	eb76d04 · 2 years ago	🕒 56 Commits
Challenges.md	Update Challenges.md		2 years ago
README.md	Update README.md		2 years ago
calc_lines.R	Add files via upload		2 years ago
main.R	Add files via upload		2 years ago

README GPL-3.0 license

steepest_paths_tool

Description

The **Steepest paths tool** is an R script which computes three-dimensional polyline vectors representing a first approximation of the trajectories of propagation of forest fires along mountain slopes in the absence of strong winds, operating solely on the basis of a digital elevation model and a vector map of the forested areas.

One of the main purposes of this tool is to provide a simplified representation of the potential forest fire spread on mountain slopes, which can be implemented from readily available GIS data (i.e., a DEM and a shapefile representing forest cover) without taking into consideration more complex data such as the influence of particular weather conditions or the presence of different fuel types in the territory. In this sense the tool is rather economical in terms of input data and computational resources and may therefore be applied even over large areas.

The outputs of the tool may for instance be used to assess the potential fire propagation across a landscape or to

About

calculate 3D polylines that run up the slope following the direction of maximum gradient and their intesections with forest polygons

- r
- gis
- dem
- slope
- wildfires
- fire-prediction
- forest-fires
- steepest-ascent-lines
- fall-lines
- flow-lines
- estimating-fire-risk
- map-of-forests
- upslope-trajectories

- Readme
- GPL-3.0 license
- Activity
- Custom properties
- 0 stars
- 3 watching
- 0 forks

Report repository

Releases 1

First release (v0.10) on GitHub Latest
on Nov 22, 2023

Packages

No packages published

steepest_paths_tool

Description

The **Steepest paths tool** is an R script which computes three-dimensional polyline vectors representing a first approximation of the trajectories of propagation of forest fires along mountain slopes in the absence of strong winds, operating solely on the basis of a digital elevation model and a vector map of the forested areas.

One of the main purposes of this tool is to provide a simplified representation of the potential forest fire spread on mountain slopes, which can be implemented from readily available GIS data (i.e., a DEM and a shapefile representing forest cover) without taking into consideration more complex data such as the influence of particular weather conditions or the presence of different fuel types in the territory. In this sense the tool is rather economical in terms of input data and computational resources and may therefore be applied even over large areas.

The outputs of the tool may for instance be used to assess the potential fire propagation across a landscape or to estimate the risk for large fires to occur on a regional level, by at the same time taking into account the spatial distribution of the forest cover and the shape of the terrain surface.

The implementation is based on the assumption that in mountainous environments the spread of a fire is mainly determined by the combined influence of topography and fuel connectivity, that is, by the spatial interplay between the forest and the slope. In other words, we consider the spatial arrangement of the forests and open areas on the slope in relation to the orientation of the lines of maximum gradient as a key factor for the assessment of the potential of spreading of forest fires along mountain slopes.

Definitions

Regarding the spread of forest fires on mountain slopes, we define the *steepest path* to be the 3D polyline or linestring which starts at the point of ignition and then proceeds uphill, following the direction of the maximum gradient of the terrain surface (i.e. gaining the most elevation with the shortest possible path), while always remaining within the land covered by woody vegetation (trees or shrubs), and finally terminating where the path reaches a major summit (e.g., a mountain top) or encounters a large open area which can prevent the further spread of fire (e.g., grassland, farmland, rock faces).

[Readme](#)[GPL-3.0 license](#)[Activity](#)[Custom properties](#)[0 stars](#)[3 watching](#)[0 forks](#)[Report repository](#)

Releases 1

[First release \(v0.10\) on GitHub](#) Latest
on Nov 22, 2023

Packages

No packages published

Contributors 2



[patrikkrebs](#) Patrik Krebs



[pezzacolori](#) Gianni Boris Pezzatti

Languages

[R](#) 100.0%



steepest_paths_tool

Description

The **Steepest paths tool** is an R script which computes three-dimensional polyline vectors representing a first approximation of the trajectories of propagation of forest fires along mountain slopes in the absence of strong winds, operating solely on the basis of a digital elevation model and a vector map of the forested areas.

Das Tool «*Steepest Paths*» (steilste Wege) ist ein R-Skript, das dreidimensionale Polylinienvektoren berechnet, die eine erste Annäherung an die Ausbreitungswege von Waldbränden entlang von Berghängen ohne starke Winde repräsentieren, und zwar allein auf der Grundlage eines digitalen Höhenmodells und einer Vektorkarte der bewaldeten Gebiete.

the forest and the slope. In other words, we consider the spatial arrangement of the forests and open areas on the slope in relation to the orientation of the lines of maximum gradient as a key factor for the assessment of the potential of spreading of forest fires along mountain slopes.

Definitions

Regarding the spread of forest fires on mountain slopes, we define the *steepest path* to be the 3D polyline or linestring which starts at the point of ignition and then proceeds uphill, following the direction of the maximum gradient of the terrain surface (i.e. gaining the most elevation with the shortest possible path), while always remaining within the land covered by woody vegetation (trees or shrubs), and finally terminating where the path reaches a major summit (e.g., a mountain top) or encounters a large open area which can prevent the further spread of fire (e.g., grassland, farmland, rock faces).

[Readme](#)[GPL-3.0 license](#)[Activity](#)[Custom properties](#)[0 stars](#)[3 watching](#)[0 forks](#)[Report repository](#)**Releases** 1[First release \(v0.10\) on GitHub](#) [Latest](#)
on Nov 22, 2023**Packages**

No packages published

Contributors 2[patrikkrebs](#) Patrik Krebs[pezzacolori](#) Gianni Boris Pezzatti**Languages**[R](#) 100.0%

steepest_paths_tool

Description

The **Steepest paths tool** is an R script which computes three-dimensional polyline vectors representing a first approximation of the trajectories of propagation of forest fires along mountain slopes in the absence of strong winds, operating solely on the basis of a digital elevation model and a vector map of the forested areas.

One of the main purposes of this tool is to provide a simplified representation of the potential forest fire spread on mountain slopes, which can be implemented from readily available GIS data (i.e., a DEM and a shapefile representing forest cover) without taking into consideration more complex data such as the influence of particular weather conditions or the presence of different fuel types in the territory. In this sense the tool is rather economical in terms of input data and computational resources and may therefore be applied even over large areas.

Eines der Hauptziele dieses Tools ist es, die potenzielle Ausbreitung von Waldbränden an Berghängen abzuschätzen, ohne dabei auf komplexe Daten und Parameter zurückgreifen zu müssen. In diesem Sinne ist das Tool sparsam in Bezug auf Eingabedaten und Rechenressourcen und kann daher auch auf großen Gebieten angewendet werden.

Definitions

Regarding the spread of forest fires on mountain slopes, we define the *steepest path* to be the 3D polyline or linestring which starts at the point of ignition and then proceeds uphill, following the direction of the maximum gradient of the terrain surface (i.e. gaining the most elevation with the shortest possible path), while always remaining within the land covered by woody vegetation (trees or shrubs), and finally terminating where the path reaches a major summit (e.g., a mountain top) or encounters a large open area which can prevent the further spread of fire (e.g., grassland, farmland, rock faces).

[Readme](#)[GPL-3.0 license](#)[Activity](#)[Custom properties](#)[0 stars](#)[3 watching](#)[0 forks](#)[Report repository](#)

Releases 1

[First release \(v0.10\) on GitHub](#) Latest
on Nov 22, 2023

Packages

No packages published

Contributors 2

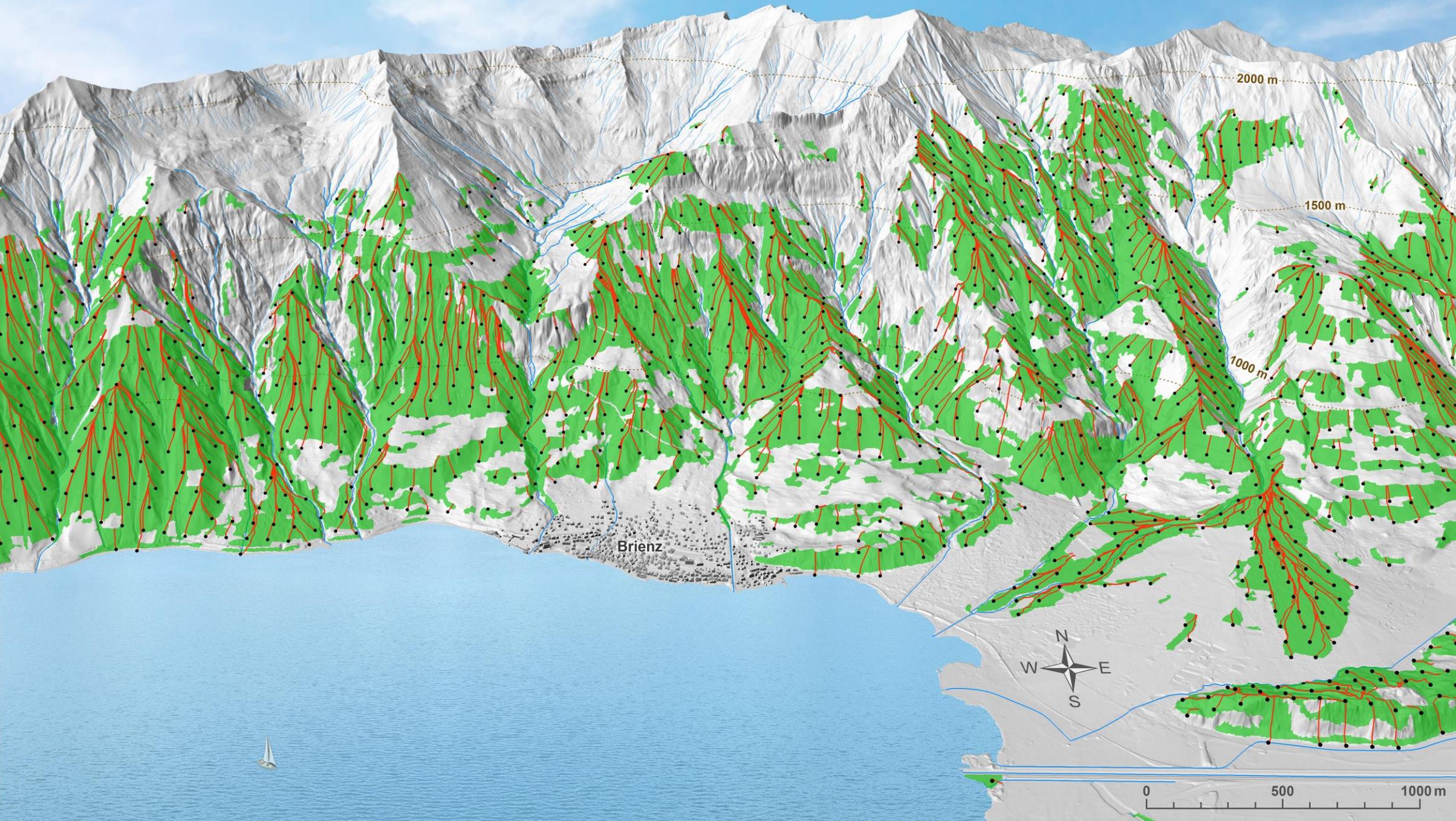
 [patrikkrebs](#) Patrik Krebs

 [pezzacolori](#) Gianni Boris Pezzatti

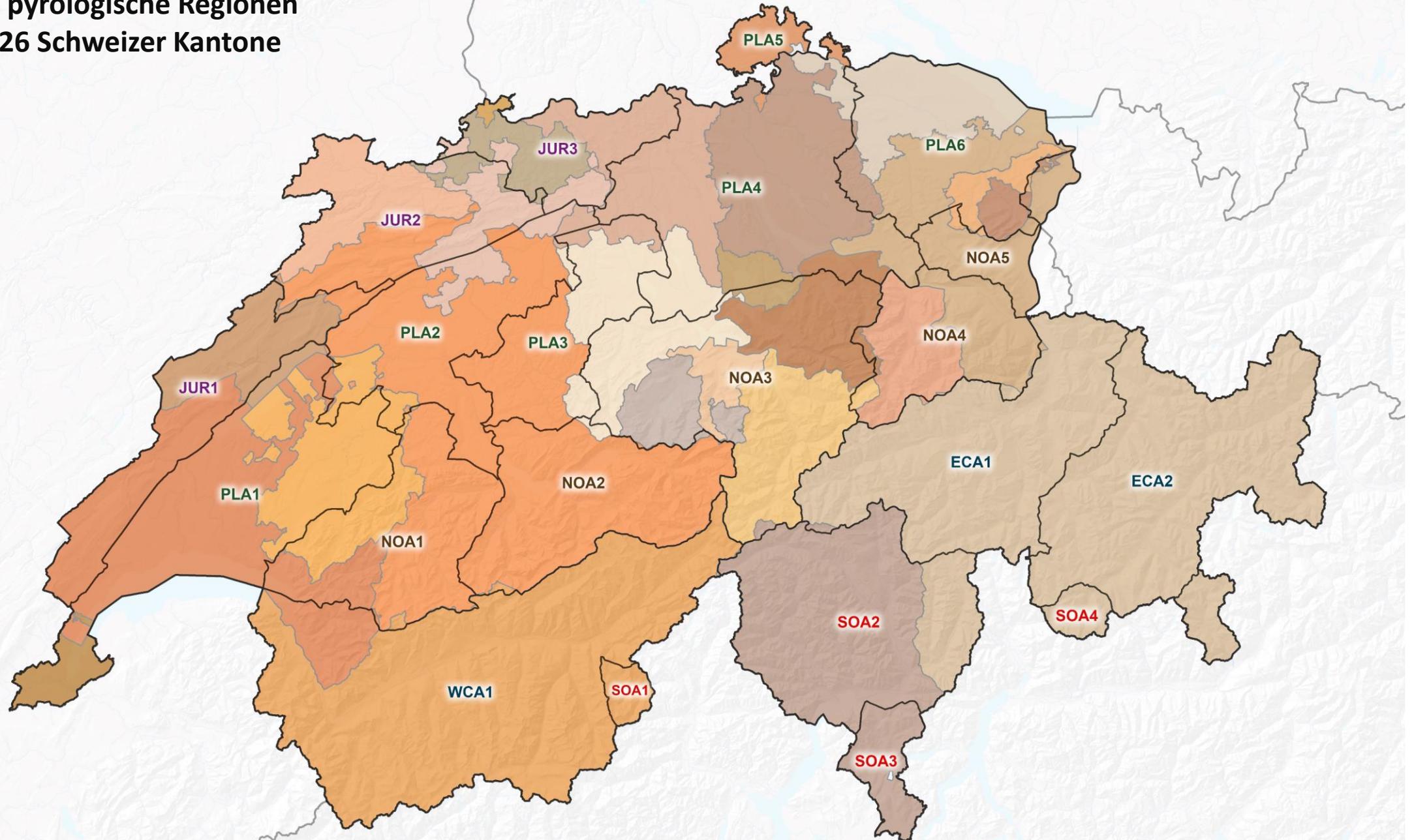
Languages


● R 100.0%

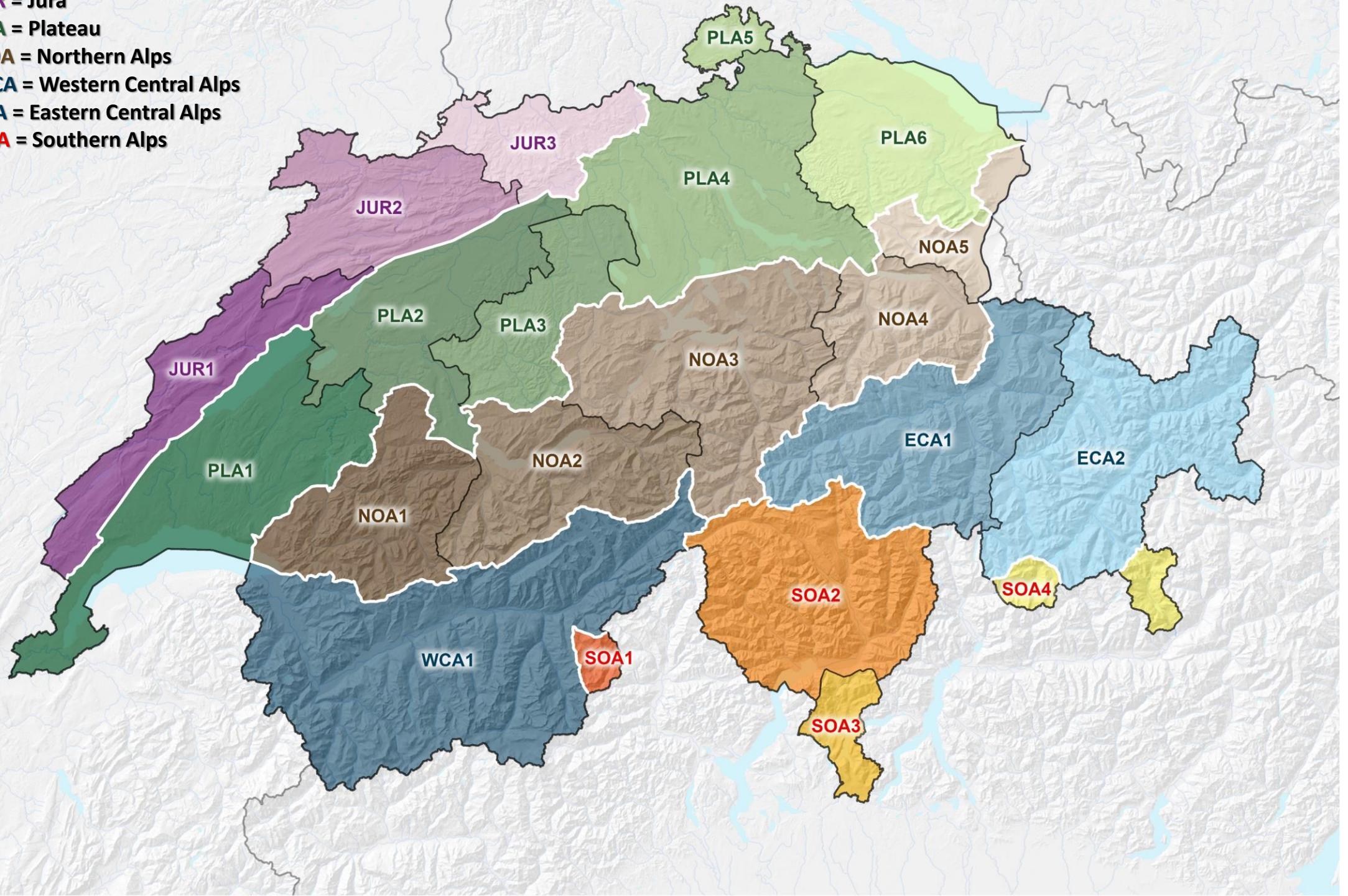
Mit diesem Tool haben wir für jede pyrologische Region der Schweiz die steilsten Wege im Wald berechnet



**21 pyrologische Regionen
≠ 26 Schweizer Kantone**



JUR = Jura
PLA = Plateau
NOA = Northern Alps
WCA = Western Central Alps
ECA = Eastern Central Alps
SOA = Southern Alps



JUR = Jura

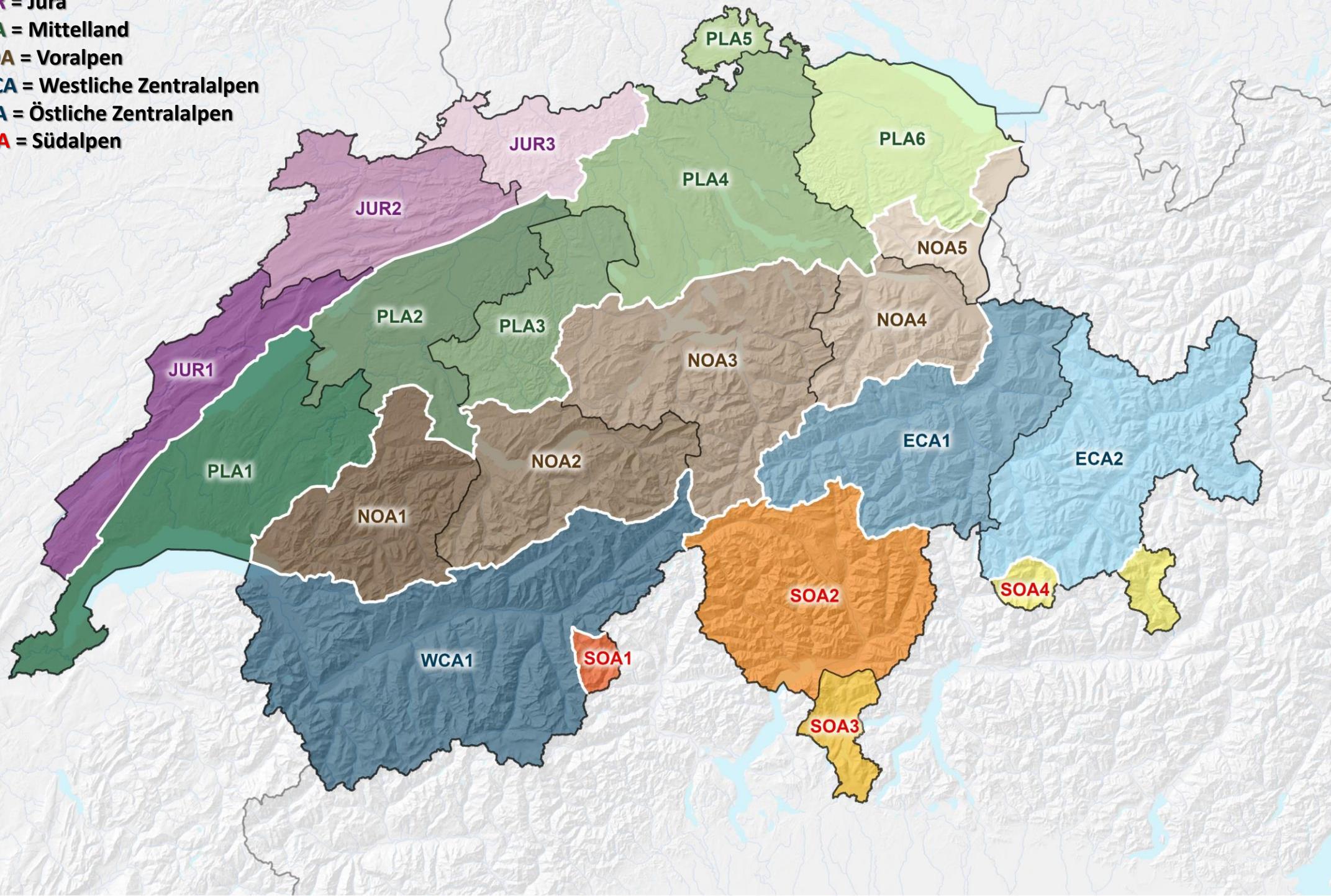
PLA = Mittelland

NOA = Voralpen

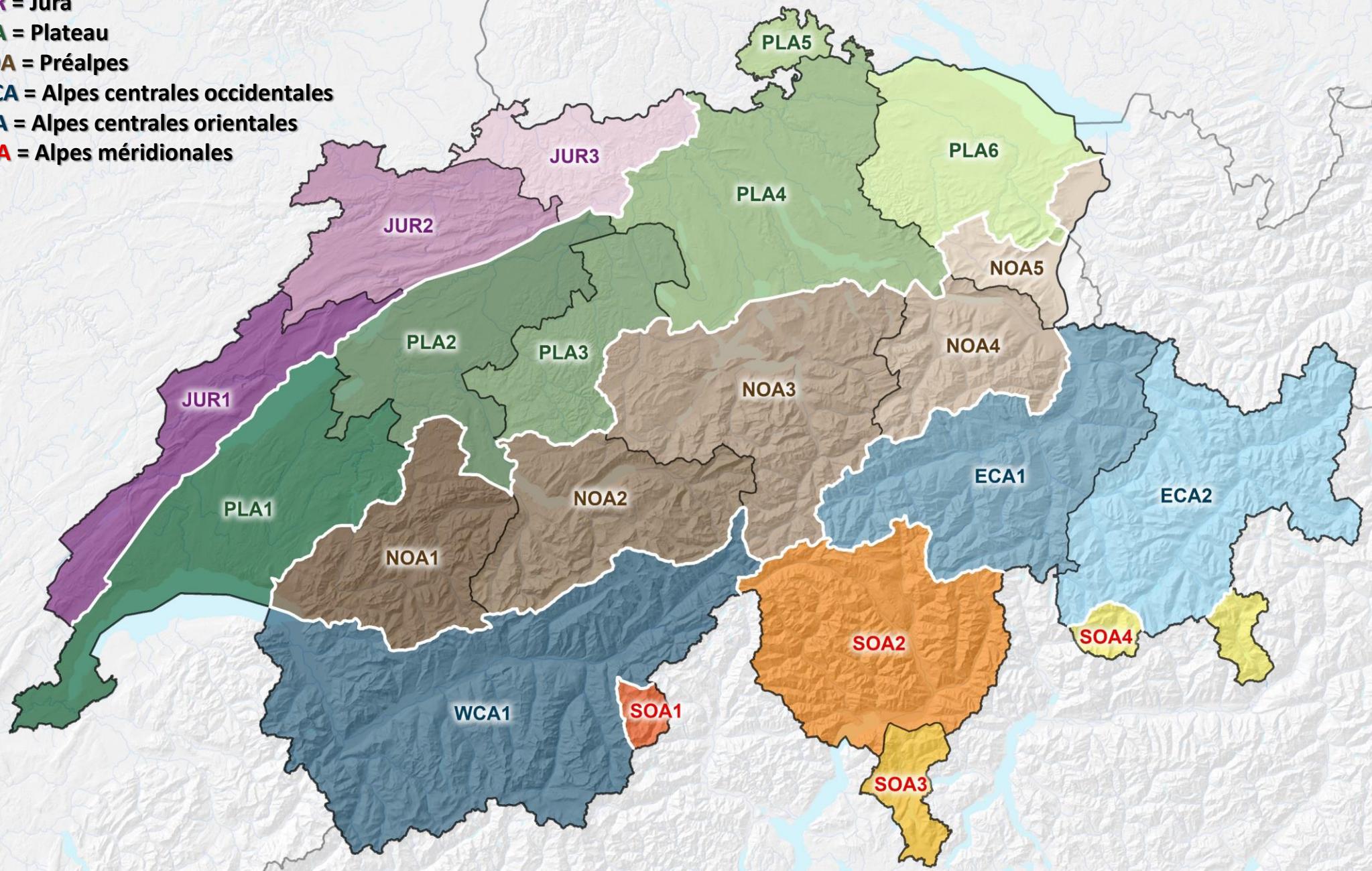
WCA = Westliche Zentralalpen

ECA = Östliche Zentralalpen

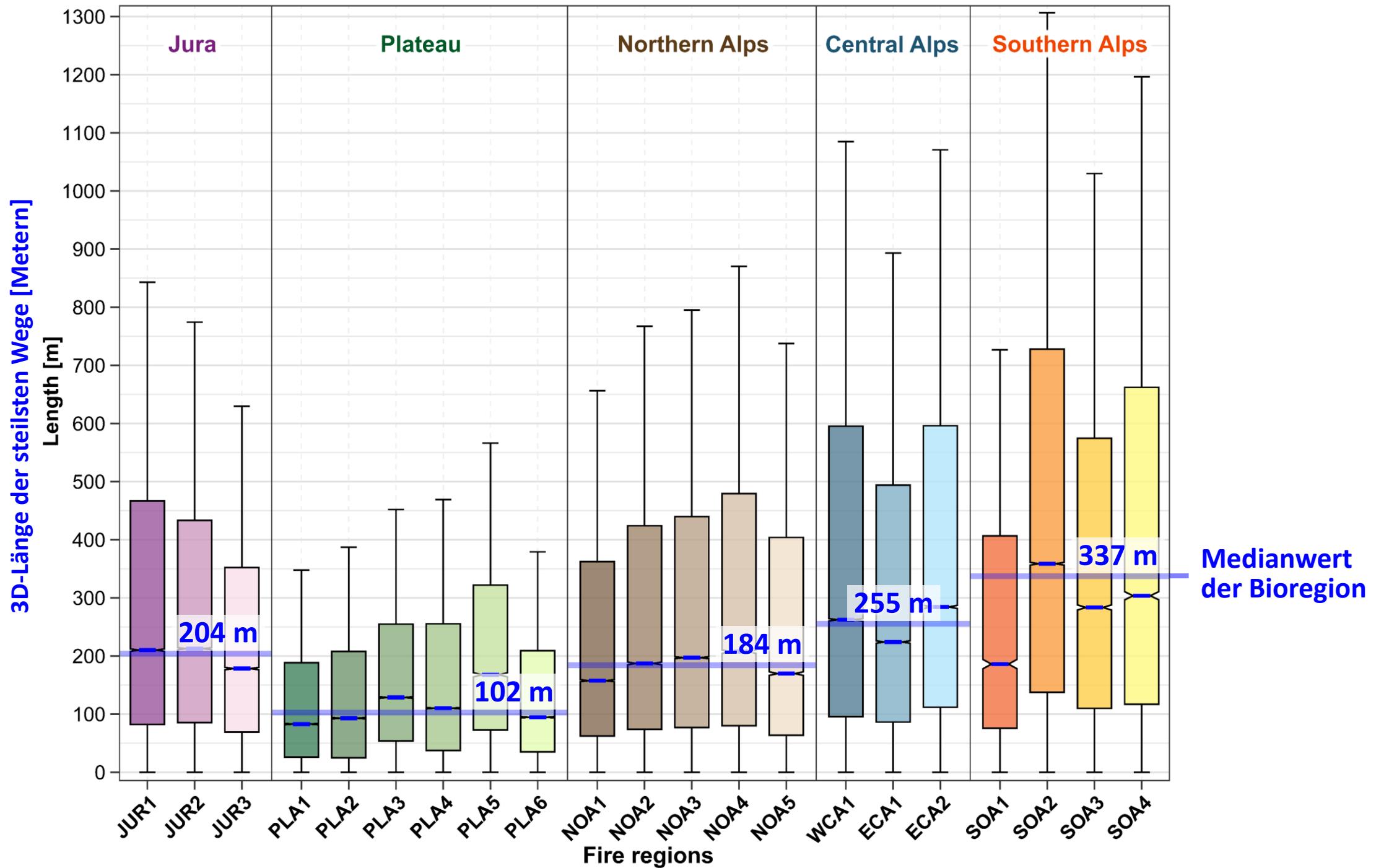
SOA = Südalpen

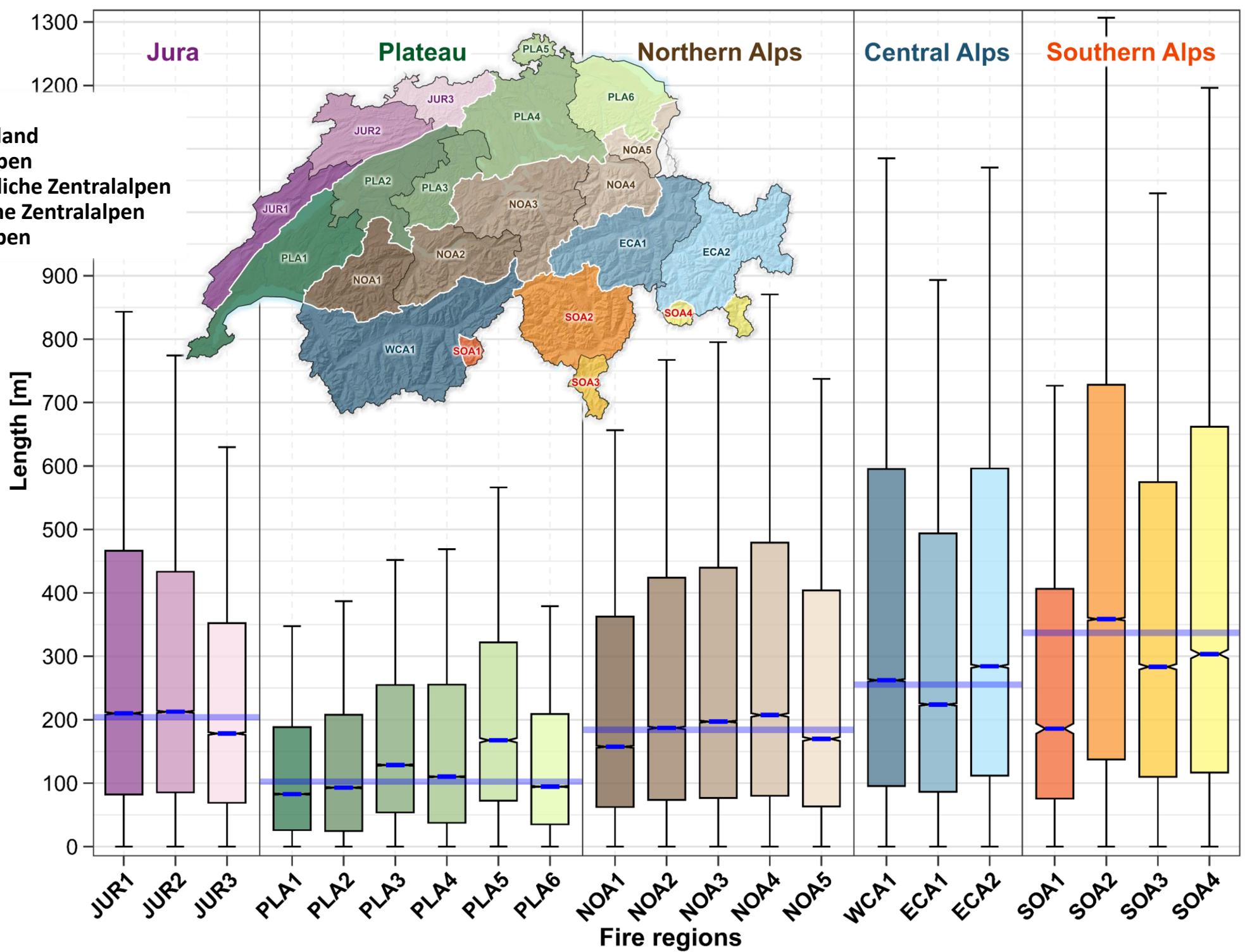


- JUR** = Jura
- PLA** = Plateau
- NOA** = Préalpes
- WCA** = Alpes centrales occidentales
- ECA** = Alpes centrales orientales
- SOA** = Alpes méridionales

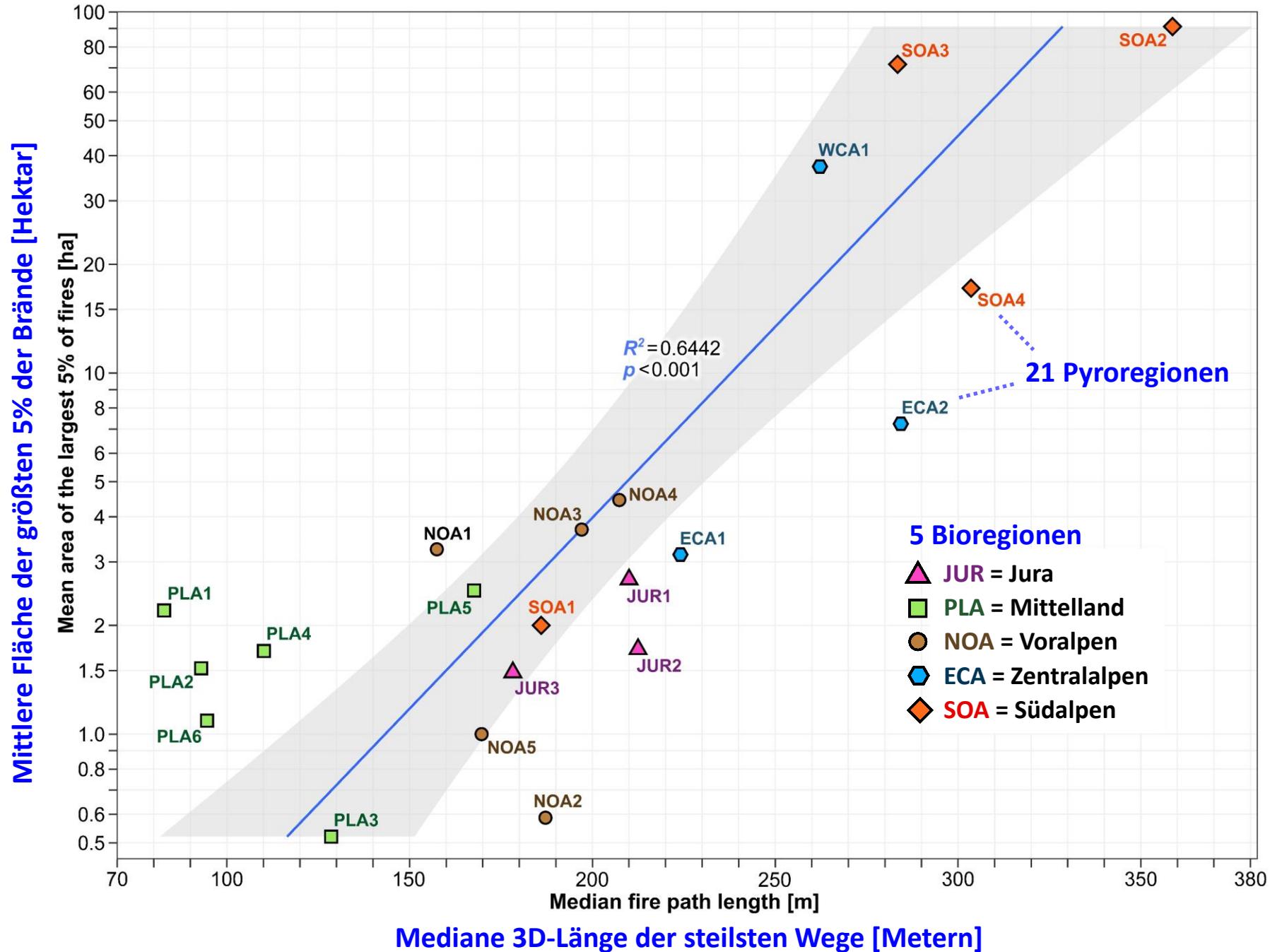


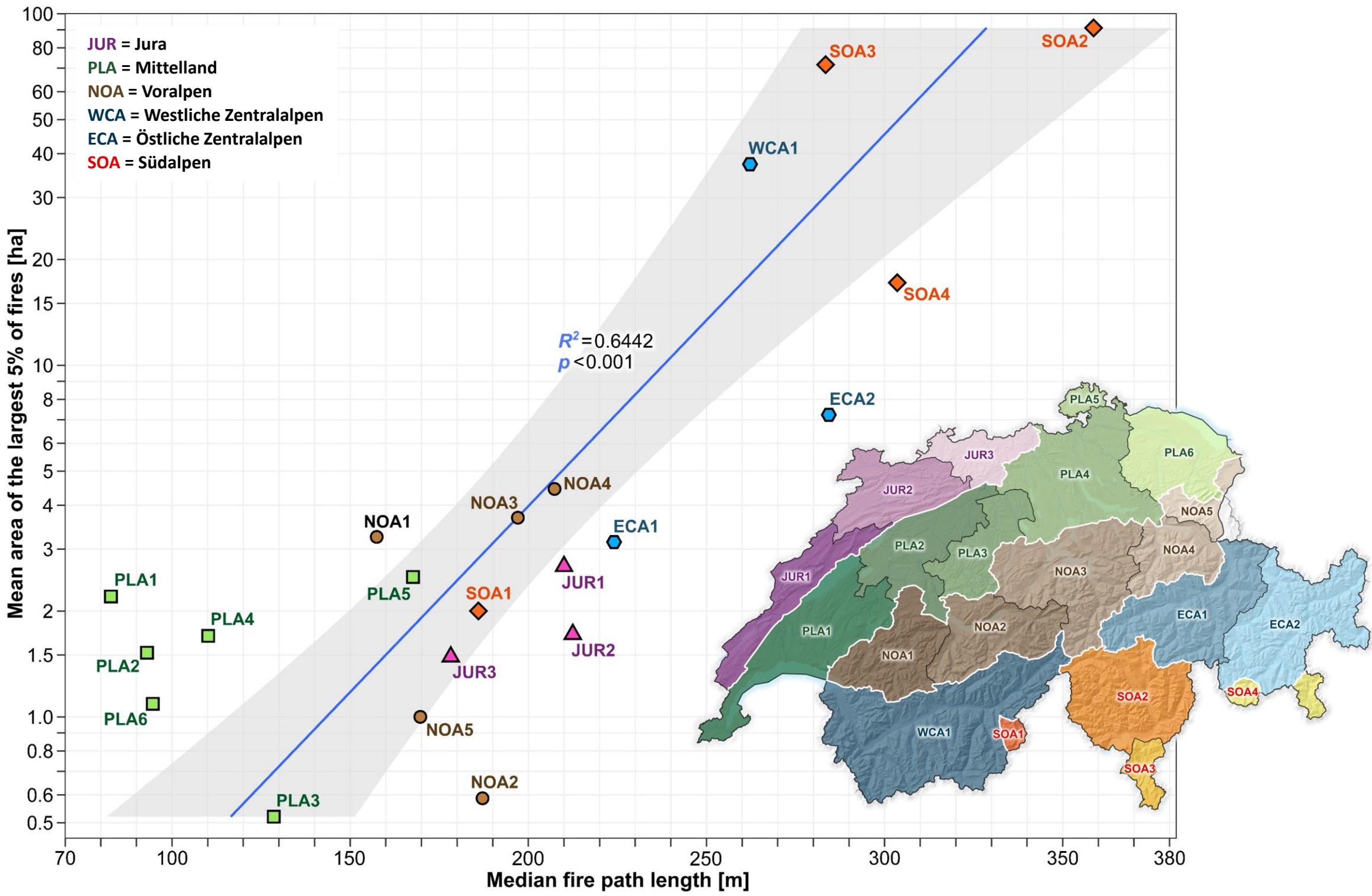
Boxplot, der die Variabilität der einzelnen Pyroregionen in Bezug auf die Länge der steilsten Wege zeigt

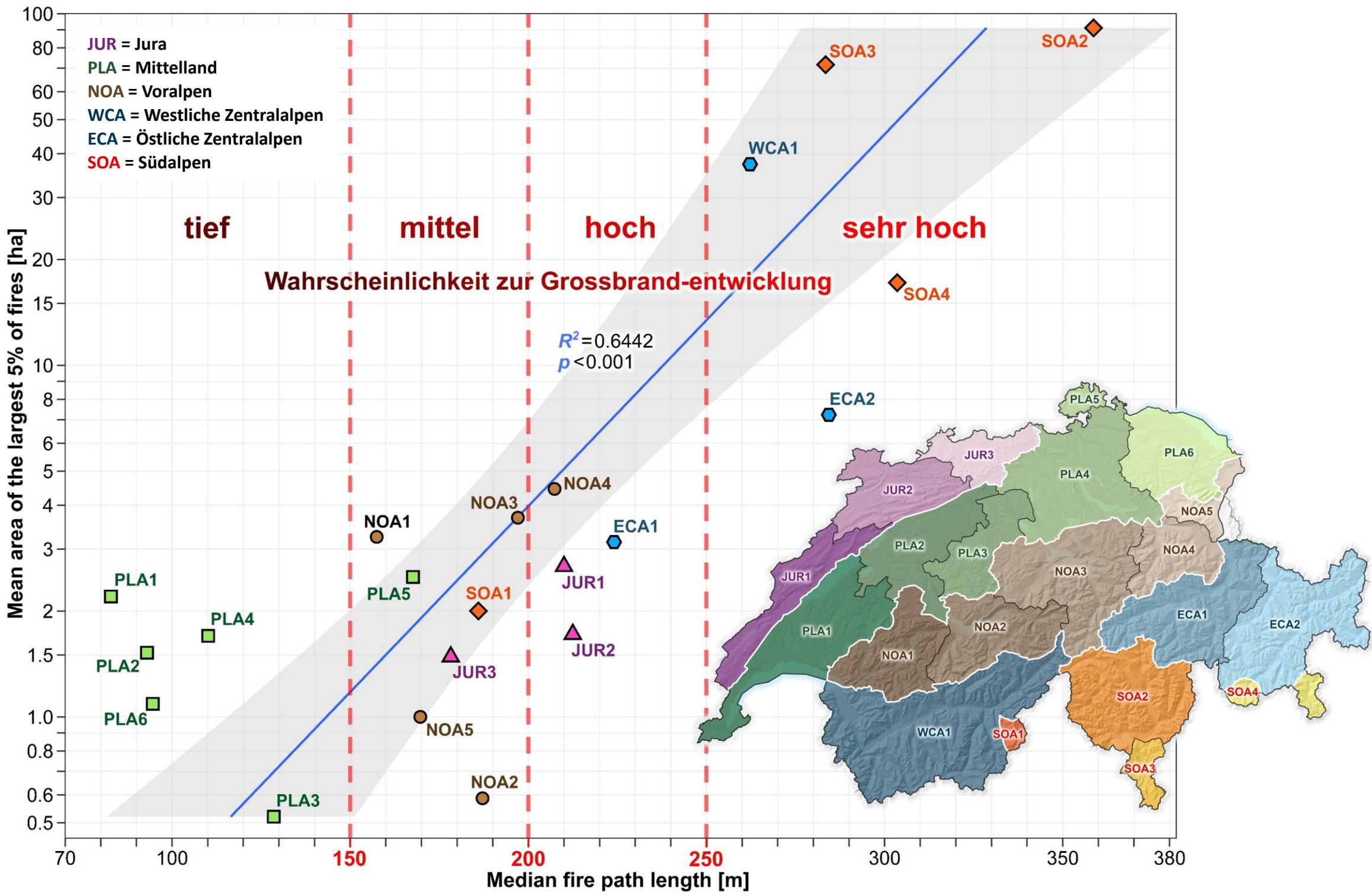




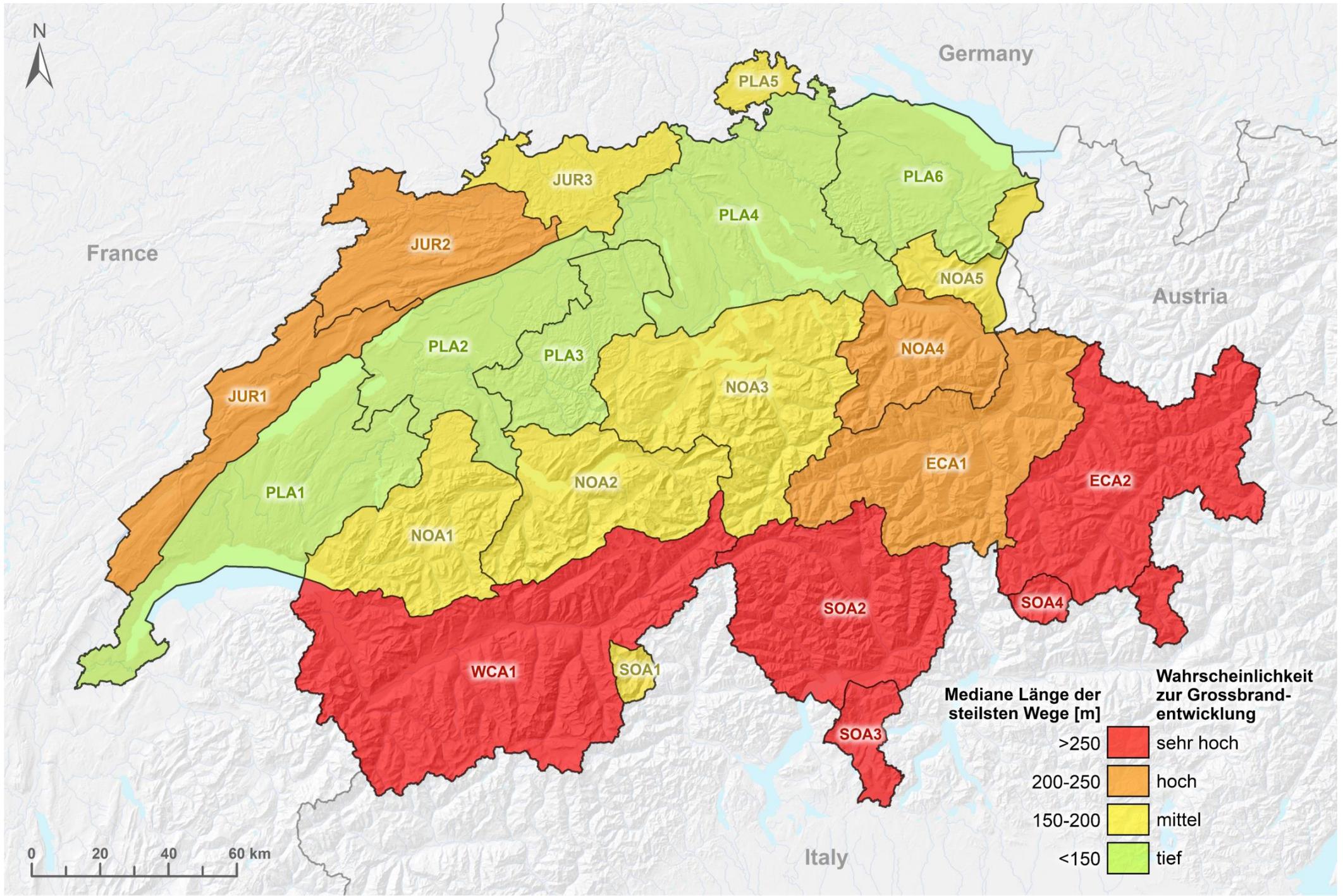
Streudiagramm, das die Korrelation zwischen der mittleren Fläche der größten 5% der Brände und der medianen dreidimensionalen Länge der steilsten Wege zeigt.

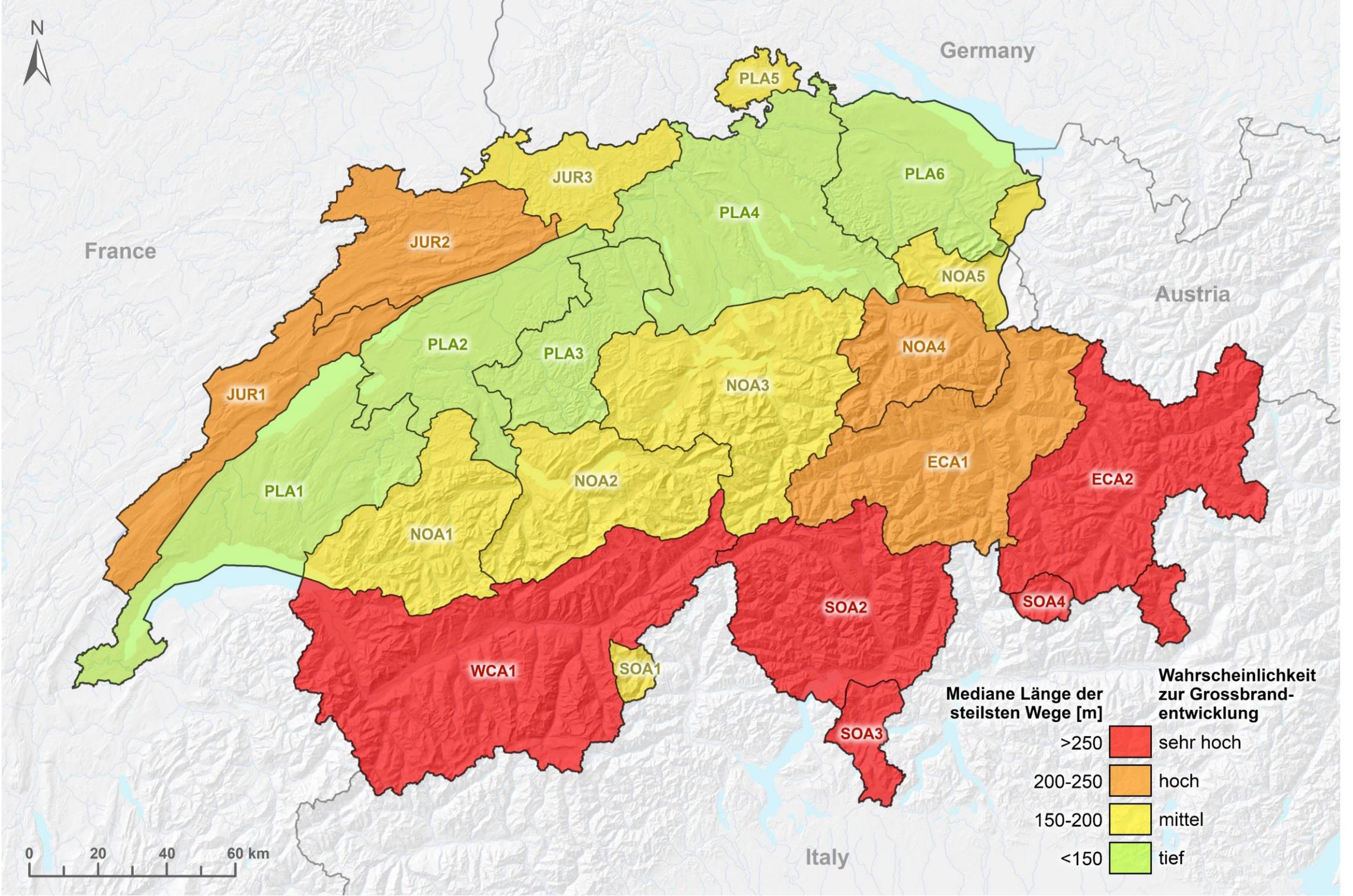




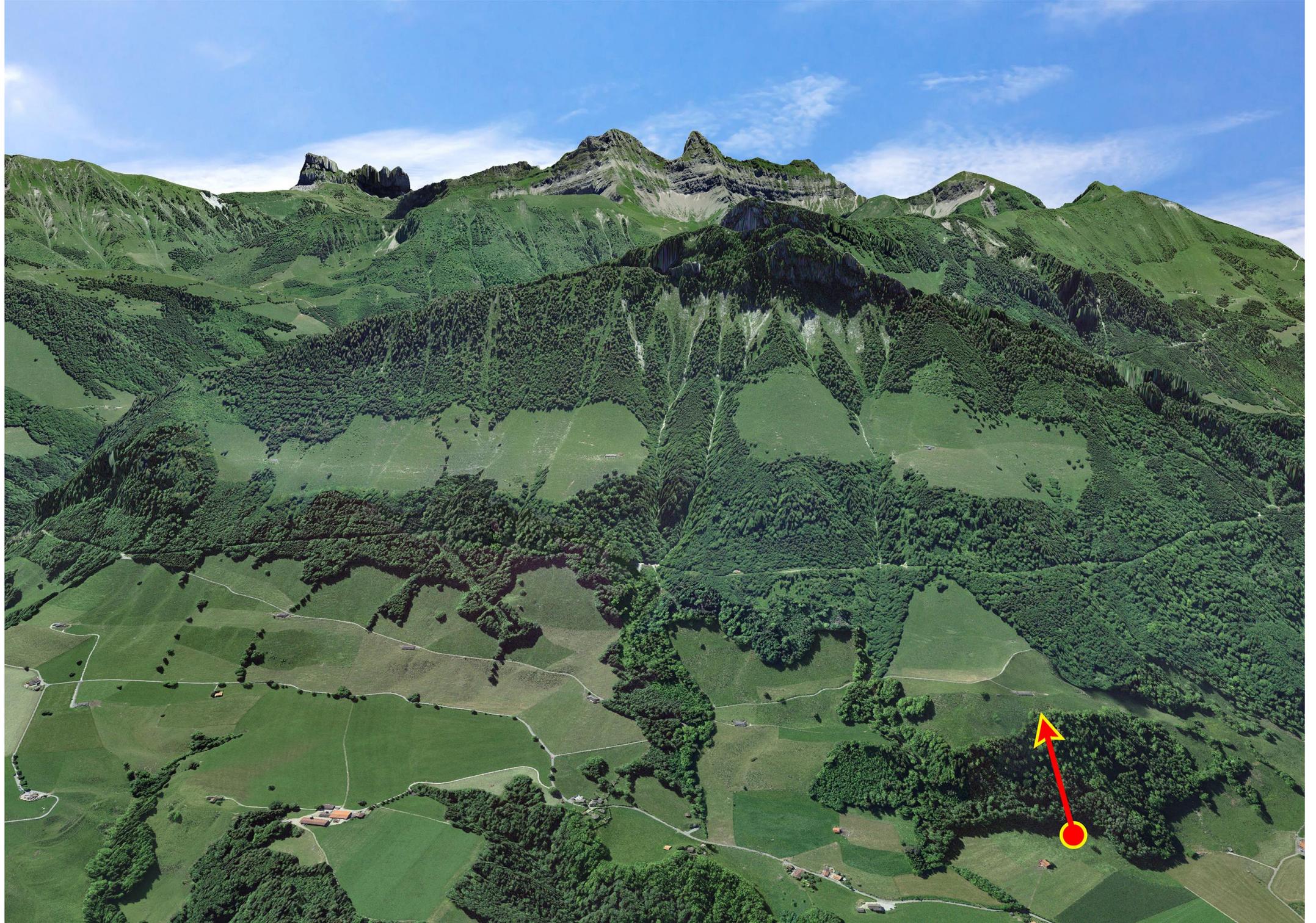


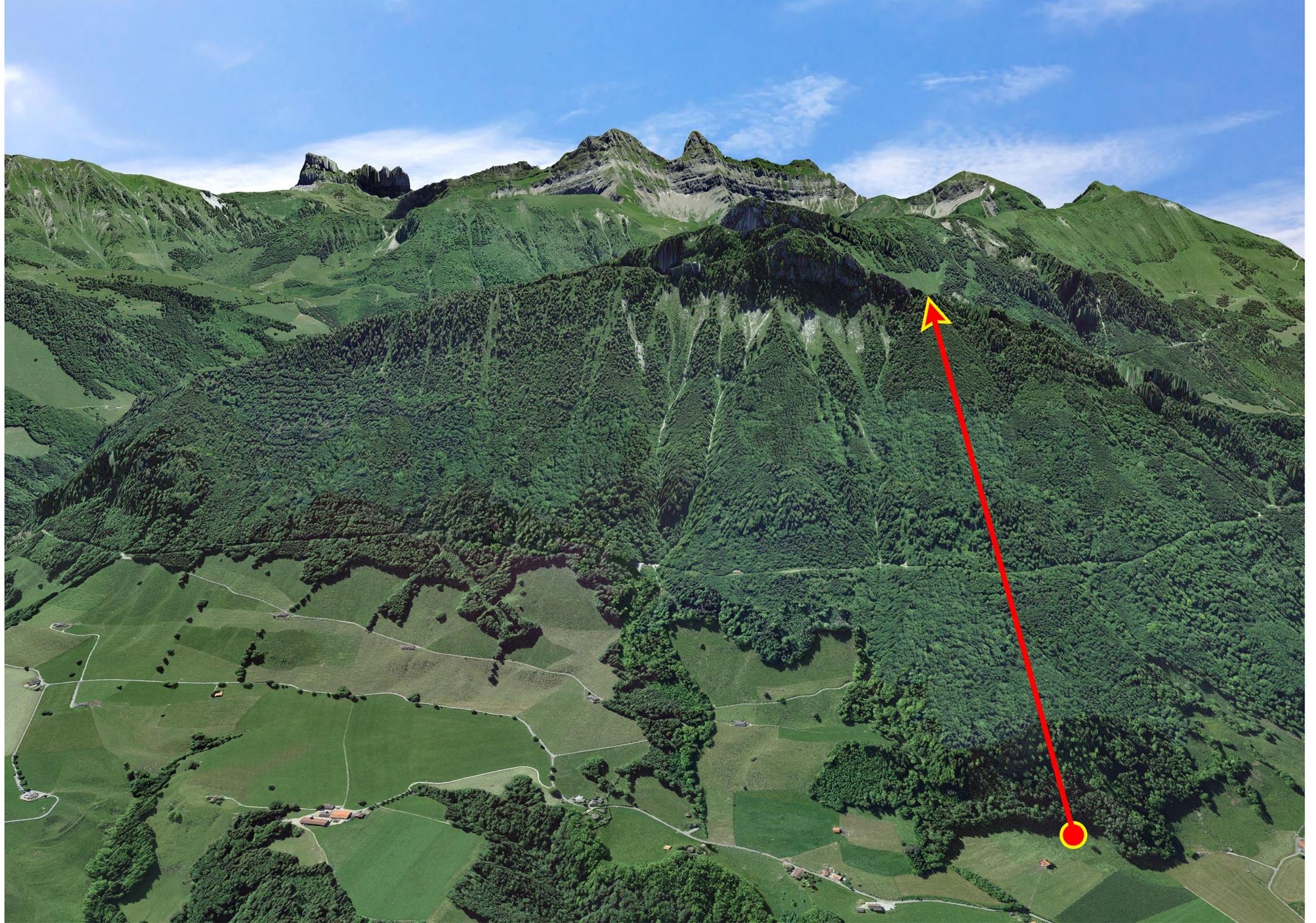
Karte der Einteilung der 21 Pyro-Regionen in vier Klassen je nach Anfälligkeit für Großbrände

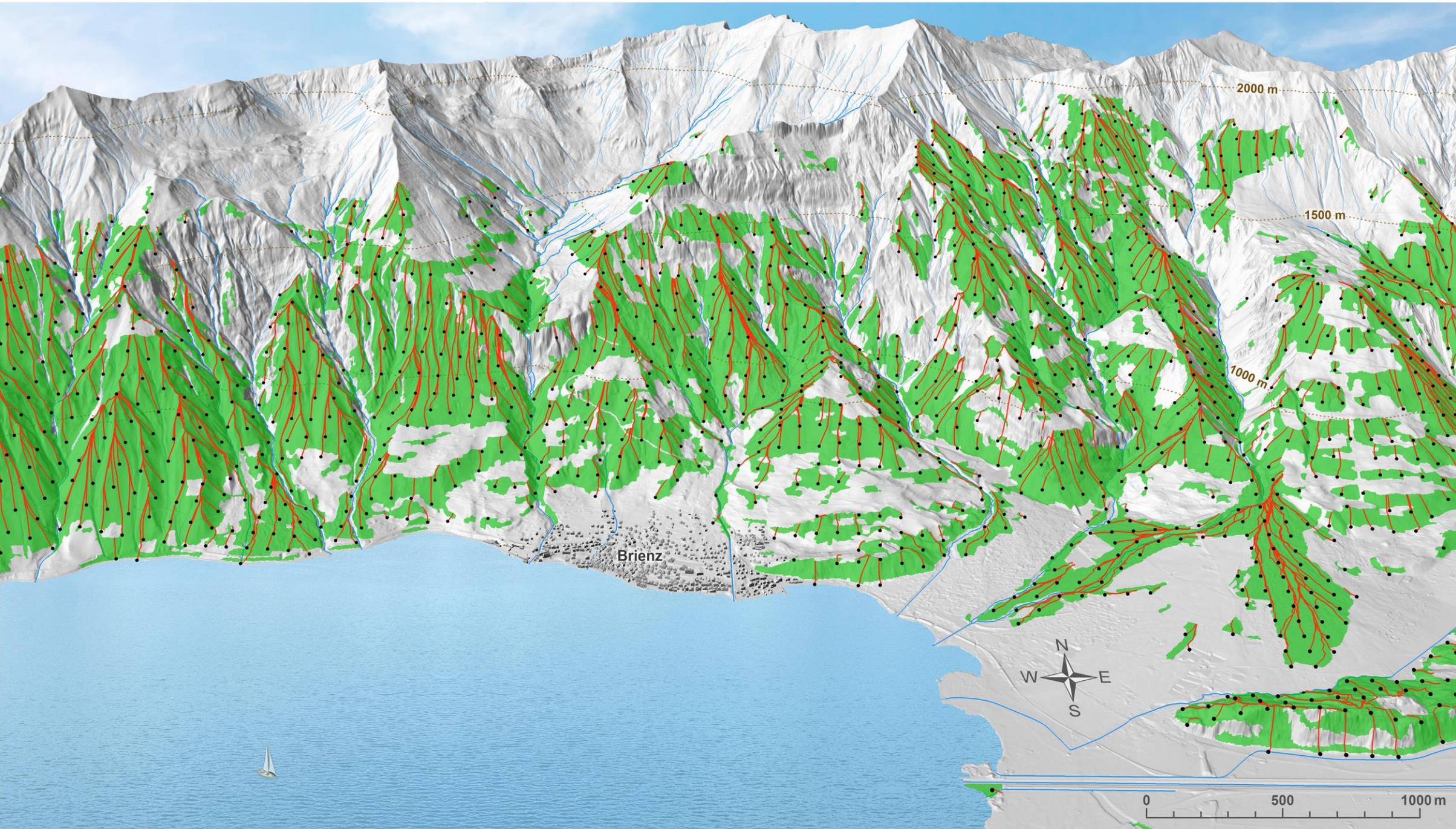


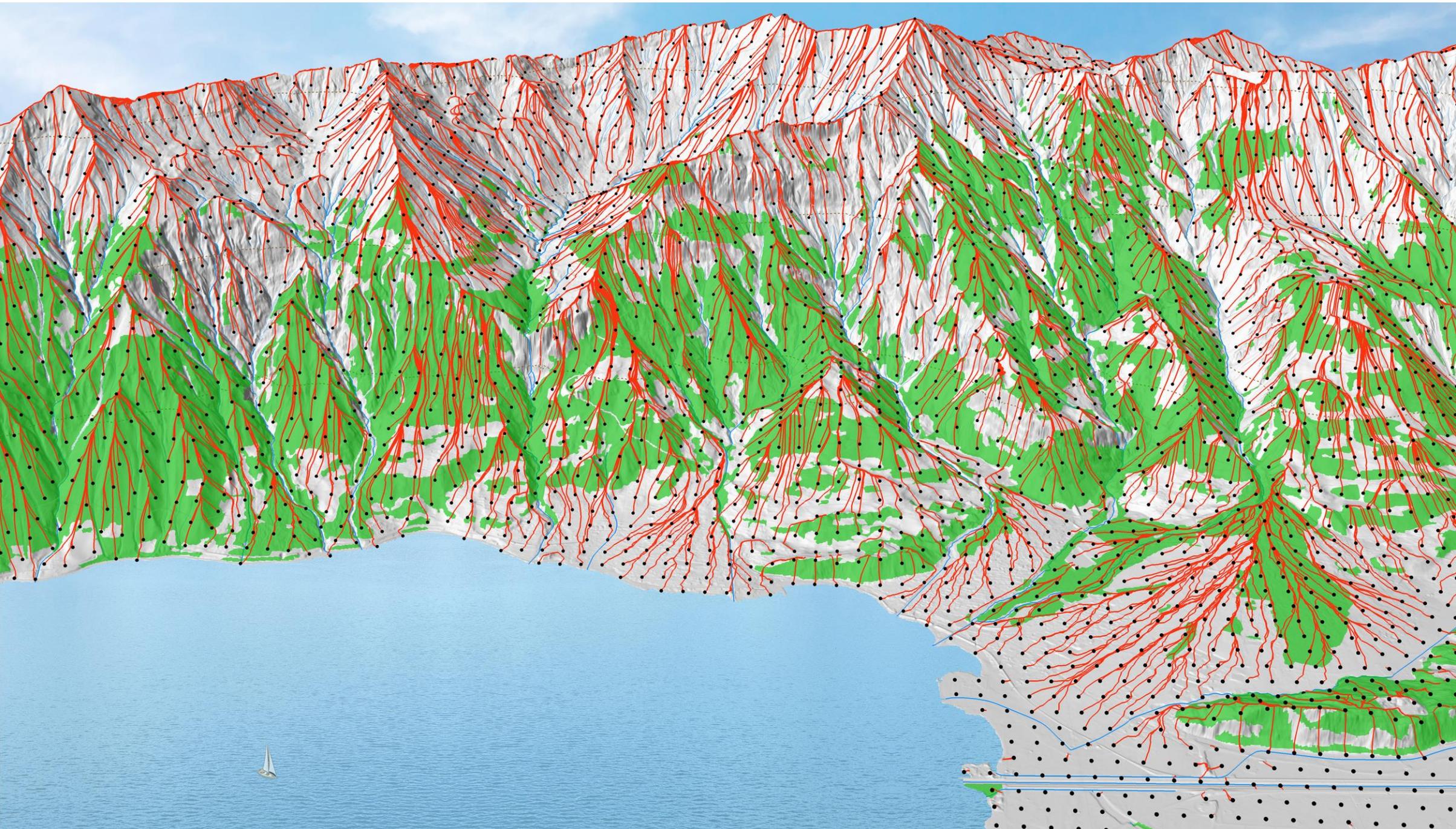


**Um die Rolle der Landschaftspflege zu verstehen,
haben wir alle Berechnungen wiederholt, mit einer kompletten
Waldbedeckung des Landes bis zu einer Höhe von 2500 Metern**

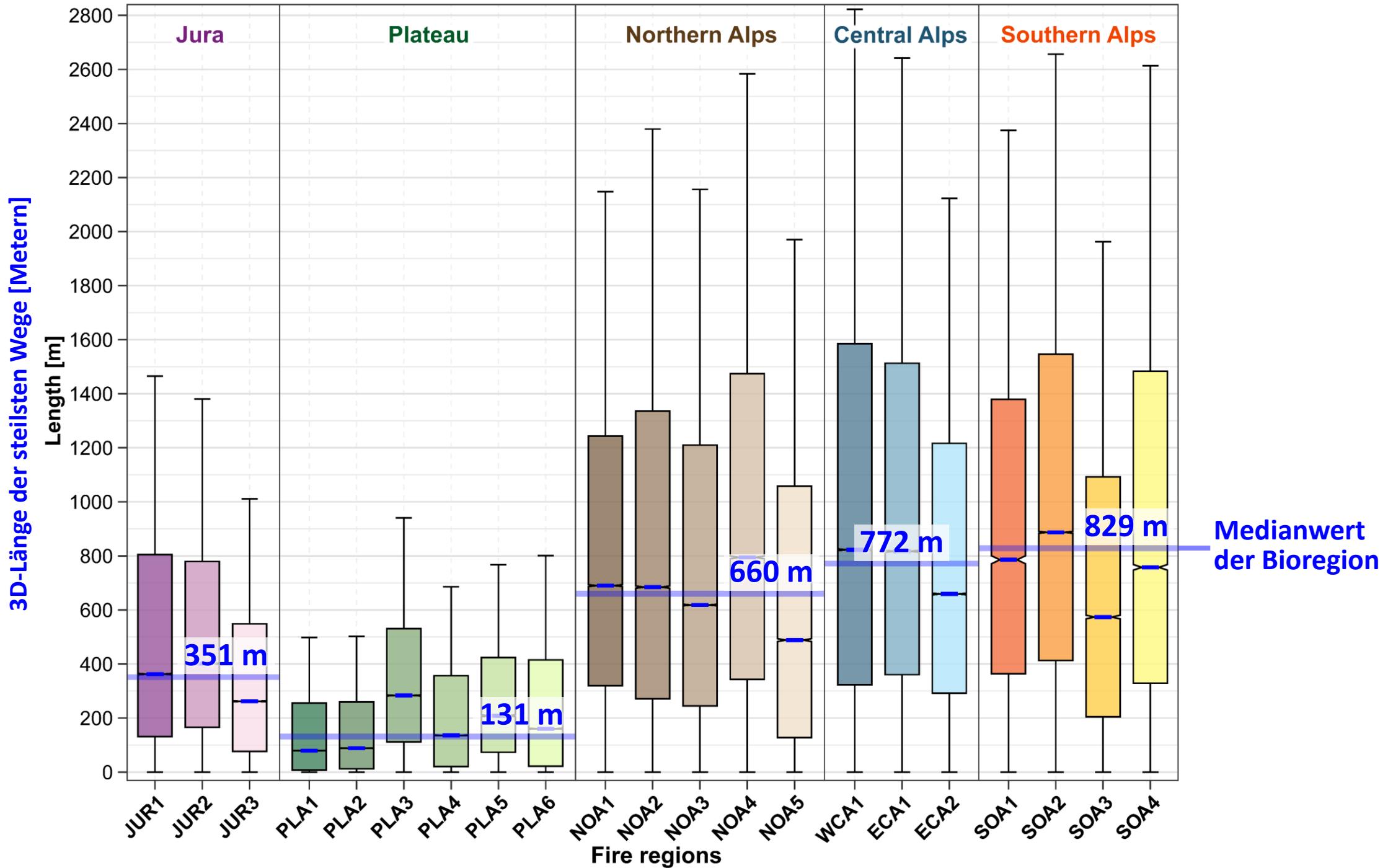




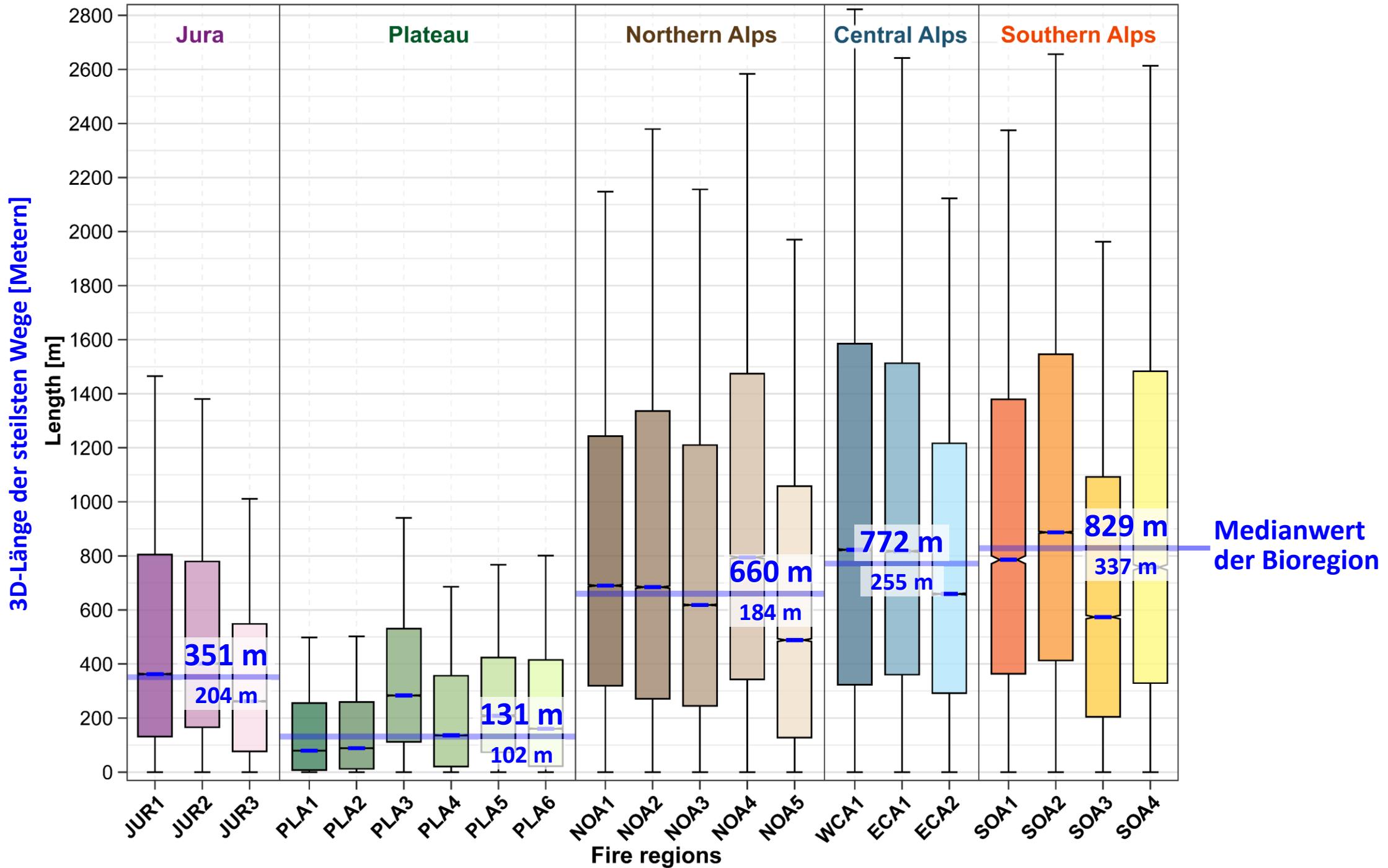




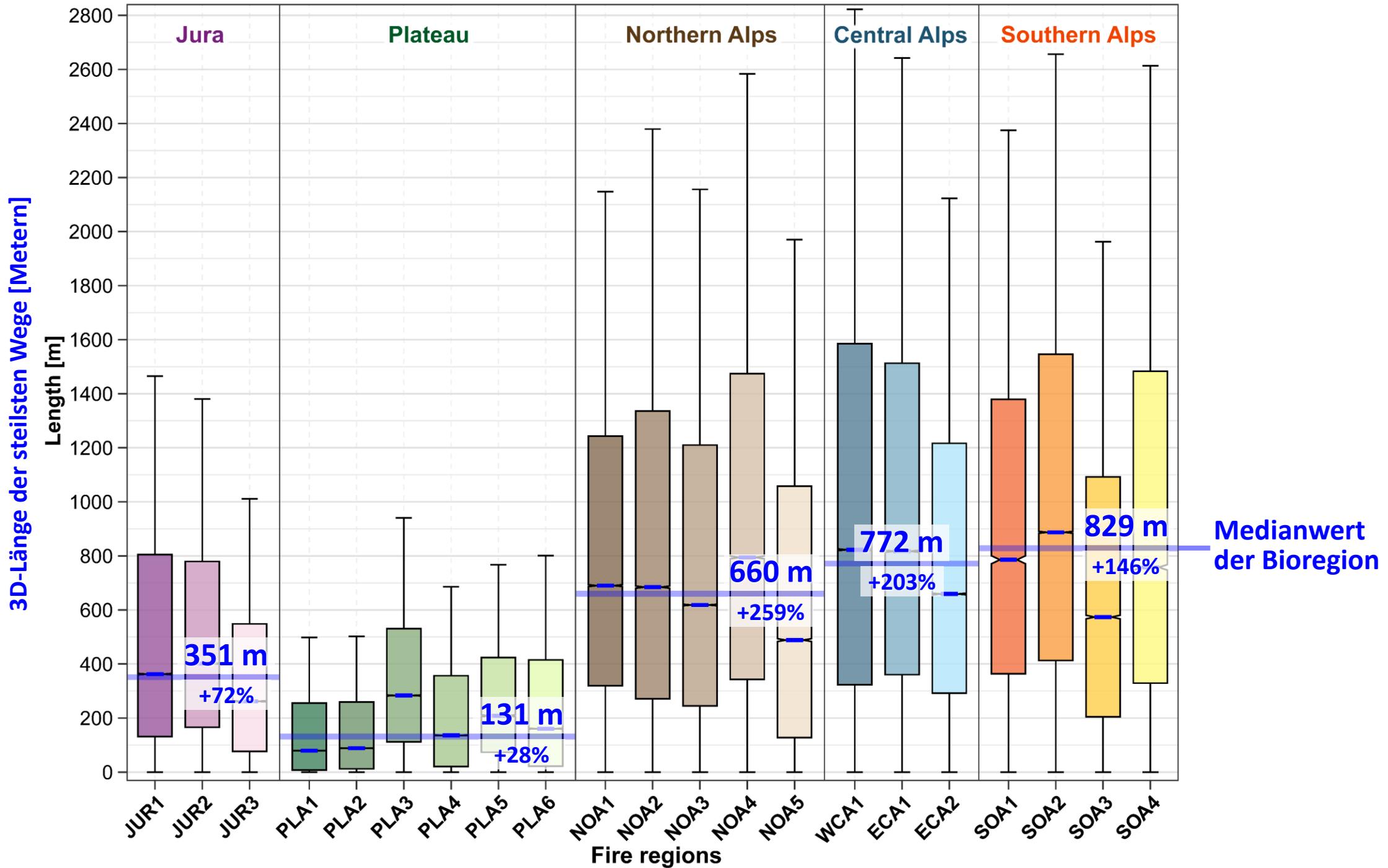
Boxplot, der die Variabilität der einzelnen Pyroregionen in Bezug auf die Länge der steilsten Wege zeigt



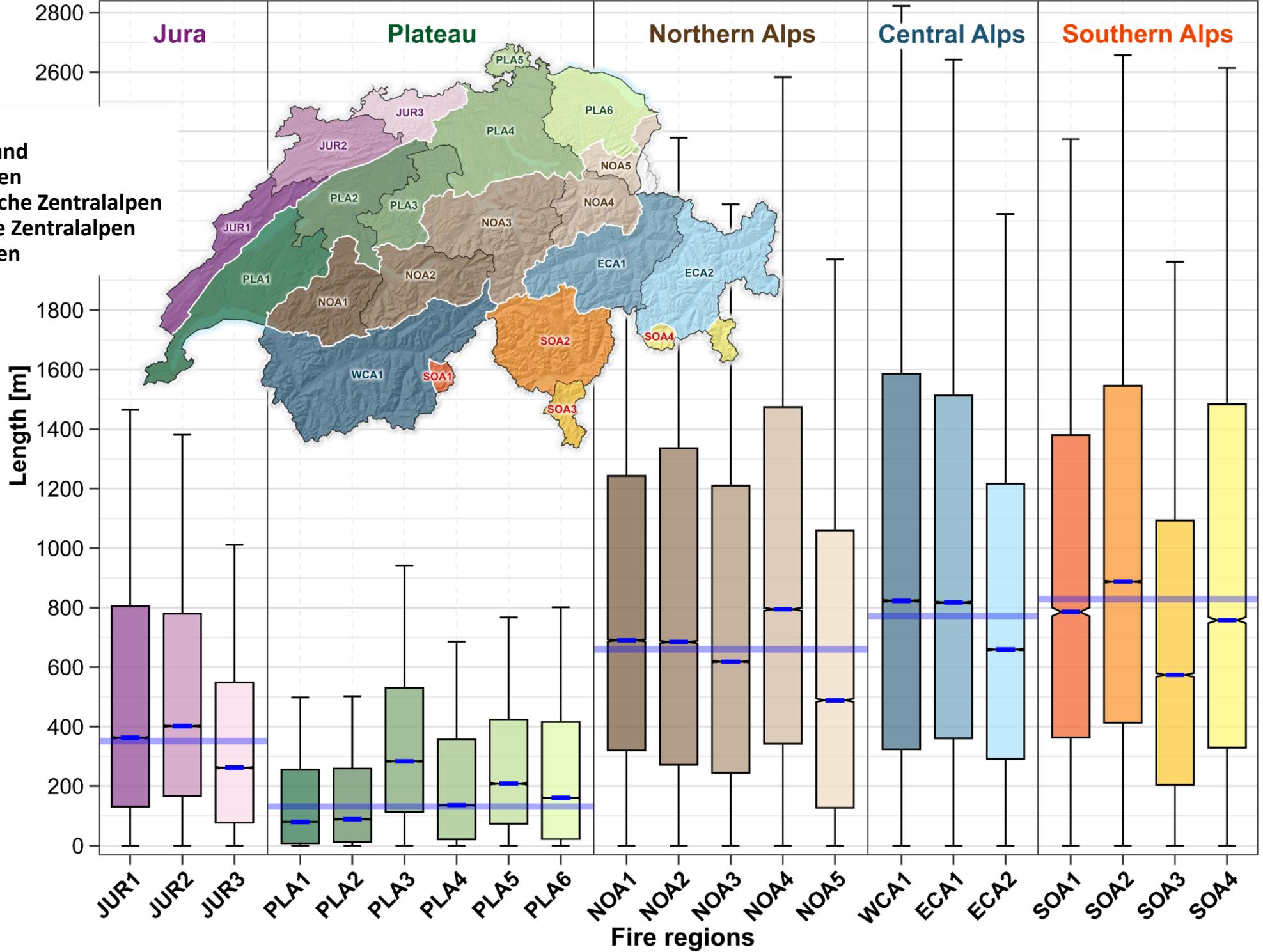
Boxplot, der die Variabilität der einzelnen Pyroregionen in Bezug auf die Länge der steilsten Wege zeigt

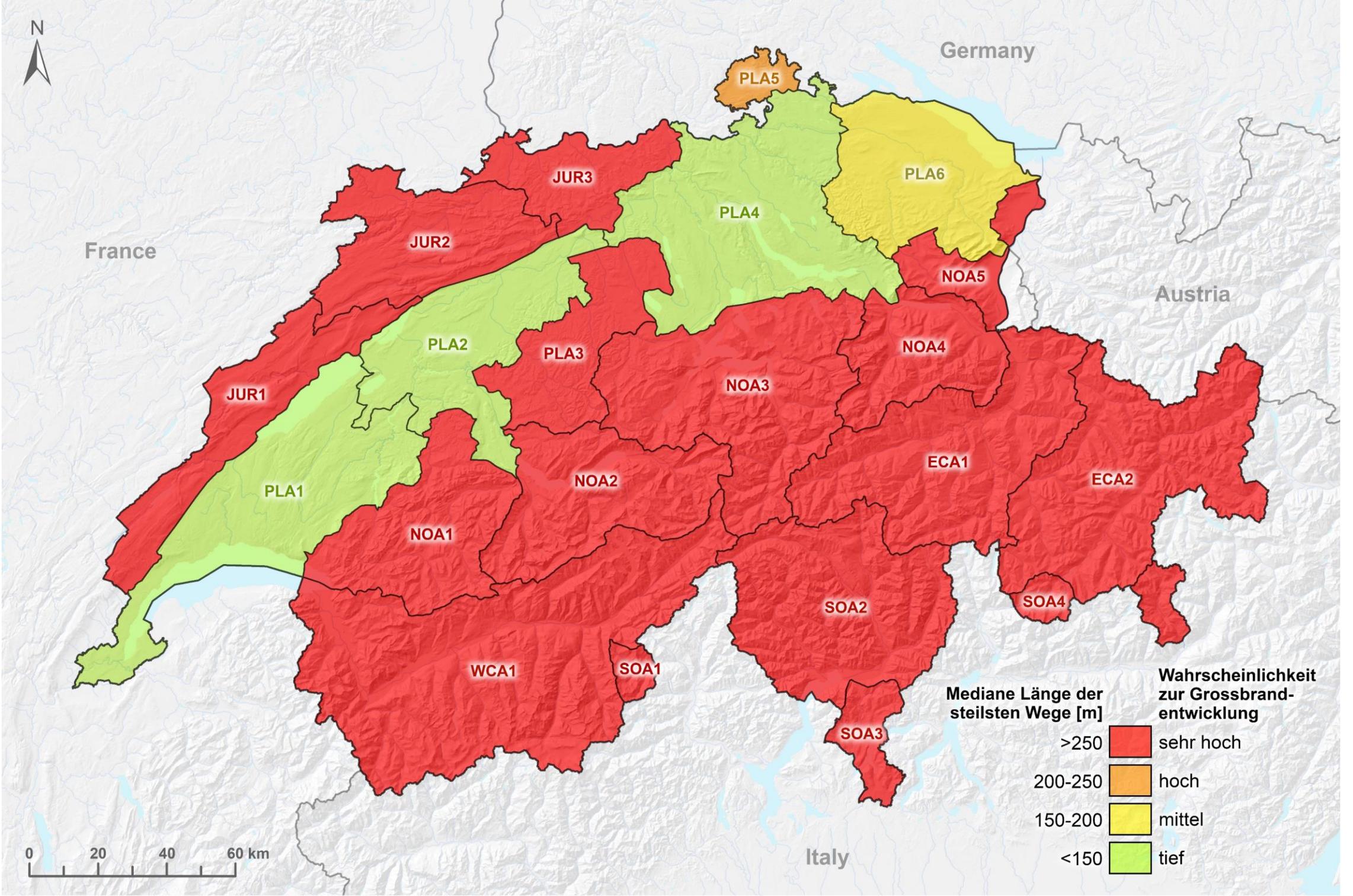


Boxplot, der die Variabilität der einzelnen Pyroregionen in Bezug auf die Länge der steilsten Wege zeigt

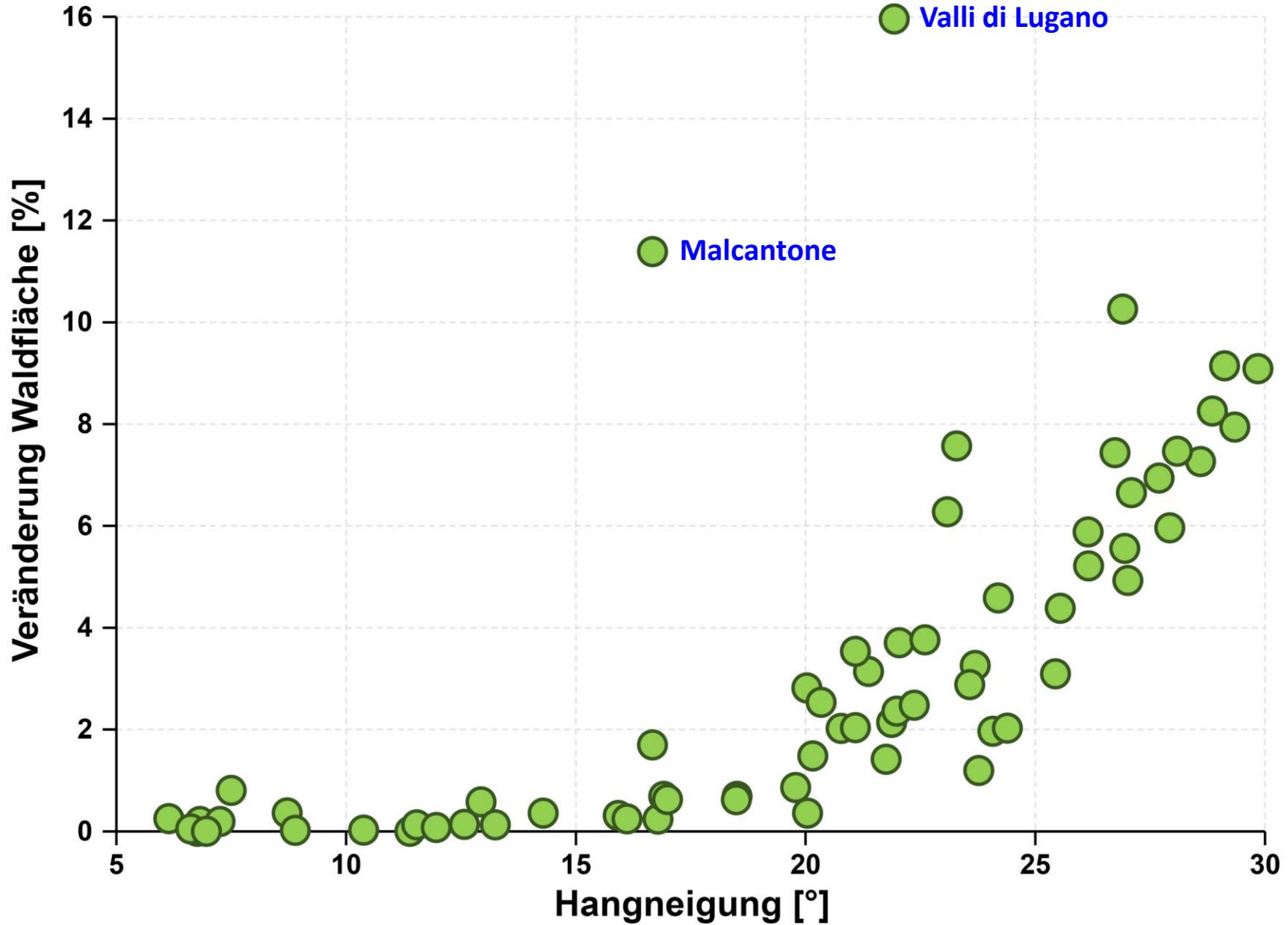


JUR = Jura
PLA = Mittelland
NOA = Voralpen
WCA = Westliche Zentralalpen
ECA = Östliche Zentralalpen
SOA = Südalpen





**Aufgabe von landwirtschaftlichen Nutzflächen und Vergrößerung
der Waldfläche finden hauptsächlich in steilem Gelände**



Geht der Bauer, kommt der Wald...



© Sylvia Vananderoye

...und dann kommt vielleicht auch der Waldbrand



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Für weitere Informationen über die Ergebnisse dieser Studie:

Conedera et al. 2024. Linking the future likelihood of large fires to occur on mountain slopes with fuel connectivity and topography. *Natural Hazards*, 120, pp. 4657-4673.

Krebs et al. 2024. Welche Rolle spielt die Landschaftspflege bei Waldbränden? *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 175, pp. 264-267.